

SKRIPSI

ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG SUNGAI UNTUK

MENGIDENTIFIKASI BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE

HEC-RAS 6.3.1 (STUDI KASUS SUNGAI PANGKAJENE KELURAHAN

JAGONG KABUPATEN PANGKEP)



Oleh:

ASRUL
105 81 11039 19

AHMAD FAJRIN
105 81 11190 19

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023/2024



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **ASRUL** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11039 19** dan **AHMAD FAJRIN** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11190 19**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 236/05/A.4-II/II/46/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 25 juli 2024.

Panitia Ujian : Makassar, 21 Safar 1446 H
26 Agustus 2024 M

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
 Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU
- b. Sekretaris : Asnita Virlyani, ST., MT

3. Anggota

- 1. Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM
- 2. Ir. M. Agusalim, ST., MT
- 3. Mahmuddin, ST., MT., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Nurrawaty, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Indriyanti, ST., MT



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hj. Nurrawaty, ST., MT., IPM
 NBM : 795 108



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG SUNGAI UNTUK MENDENTIFIKASI BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 6.3.1 (STUDI KASUS SUNGAI PANGKAJENE KELURAHAN JAGONG KABUPATEN PANGKEP)**

Nama : ASRUL
AHMAD FAJRIN

No. Stambuk: 105 81 11039 19
105 81 11190 19

Makassar,

2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Indriyanti, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Dr. M. Agusalm, ST., MT
NBM : 947 993



Analisis Kapasitas Penampang Sungai Untuk Mengidentifikasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras 6.3.1

Nurnawaty¹, Indriyanti², Asrul³, Ahmad Fajrin⁴

¹Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar

²Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar

³Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar

⁴Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar

*Email: ahmadfajrink19@gmail.com

Abstrak: Banjir dapat terjadi karena beberapa faktor, salah satunya adalah berkurangnya daya tampung sungai. Berdasarkan analisis hidrologi dan hidrolika menggunakan HEC-RAS 6.3.1, melalui kajian ini, berkurangnya daya tampung alur sungai dapat disebabkan oleh erosi tanggul yang berlebihan dan sedimentasi akibat pendangkalan alur. Analisis daya tampung alur sungai diperlukan untuk mengetahui apakah dimensi penampang sungai mampu menampung debit banjir rencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya tampung penampang Sungai Pangkajene. Mengidentifikasi luapan banjir yang terjadi di Sungai Pangkajene. Penelitian ini diujikan menggunakan aplikasi HEC-RAS. dengan menggunakan debit 200 tahun sebesar (526,94 m³/detik), kemudian melihat hec-ras 3D dan menghasilkan data luasan daerah genangan banjir sepanjang daerah kajian yaitu 5.500 km. dan akibatnya banyak titik pada ruas sungai tersebut yang mengalami luapan dan titik debit tertinggi terdapat di STA 2400 sebesar 254,48 m³/detik dan tinggi luapan sebesar 1,0 m.

Kata Kunci: Banjir, Hec-ras 6.3.1, Sungai.

Abstract: *Flooding can occur due to several factors, one of which is reduced river cross-sectional capacity. Based on hydrological and hydraulic analysis using HEC-RAS 6.3.1, through this review, the reduction in river channel storage capacity may be caused by excessive embankment erosion and sedimentation from channel shallowing. Analysis of the river storage capacity is needed to determine whether the cross-sectional dimensions of the river are capable of carrying the planned flood discharge. This research aims to determine the cross-sectional storage capacity of the Pangkajene River. Identify flood overflows that occur in the Pangkajene River. This research was tested using the HEC-RAS application. using a 200 year discharge of (526.94 m³/sec), then viewing 3D hec-ras and producing data on the extent of the flood inundation area along the area studied, namely 5,500 km. and the result was that many points in the river section experienced overflow and the highest discharge point was at STA 2400 at 254.48 m³/sec and the overflow height was 1.0 m.*

Keywords: *Flood, Hec-ras 6.3.1, River.*

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir dengan judul “Analisis Kapasitas Penampang Sungai Pangkajene Untuk Penanggulangan Banjir Kelurahan Jagong Kabupaten Pangkep”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan proposal ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Aguslim, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar, Ibu Kasmawati,

S.T.,M.T., sebagai sekretaris prodi Teknik pengairan Fakultas Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM Selaku Pembimbing I dan Ibu Indriyanti, ST., MT Selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan bimbingan serta arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayah dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam hal materi untuk menyelesaikan studi kami. Semoga semua pihak tersebut diatas mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan - rekan, masyarakat serta bagi Nusa dan Bangsa. Aamiin.
7. Rekan – rekan Mahasiswa Teknik khususnya KOORDINAT 2019 yang selama ini menjadi rekan seperjuangan untuk mencapai gelar akademik..

“Billahi Fii Sabilill Haq Fastabiqul Khaerat”

Makassar, Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Penelitian.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pengertian Umum Sungai.....	6
B. Definisi Banjir.....	11
C. Analisis Hidrologi.....	15
BAB III	
METODE PENELITIAN.....	37
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	37
B. Populasi dan Sampel.....	38
C. Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data.....	38
D. Tahapan Penelitian.....	39
E. Flow Chart Penelitian.....	41
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Analisis Hidrologi.....	43
B. Analisa Hidraulika Menggunakan Software HEC-RAS 6.3.1.....	77
BAB V	
PENUTUP.....	105

A. Kesimpulan105
B. Saran.....105
DAFTAR PUSTAKA106



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta DAS Pangkajene.....	37
Gambar 3. 2 Alur penelitian	41
Gambar 4. 1 Polygon Thiessen DAS Pangkajene	44
Gambar 4. 2 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	59
Gambar 4. 3 Hasil Banjir Rancangan Metode HSS Nakaysau Kala Ulang Semua Tahun.	76
Gambar 4. 4 Tampilan tahapan awal project area penelitian	78
Gambar 4. 5 Tampilan tahapan kedua project area penelitian	79
Gambar 4. 6 Tampilan tahapan ketiga kedua project area penelitian.....	79
Gambar 4. 7 Tampilan tahapan keempat dan kelima project area penelitian.....	79
Gambar 4. 8 Tampilan tahapan ke 1 Geometri.....	80
Gambar 4. 9 Tampilan tahapan ke 2,3,dan 4 Geometri	80
Gambar 4. 10 Tampilan tahapan ke 5 dan 6 Geometri	81
Gambar 4. 11 Tampilan tahapan ke 7 dan 8 Geometri.....	81
Gambar 4. 12 Tampilan tahapan 9,10,dan 11 Geometri.....	82
Gambar 4. 13 Tampilan tahapan ke 12,13 dan 14 Geometr	82
Gambar 4. 14 Tampilan tahapan ke 15,16 dan 17 Geometri	83
Gambar 4. 15 Tampilan tahapan ke 19, dan 20 Geometri	83
Gambar 4. 16 Tampilan tahapan ke 1,2,dan 3 Geometri Data	84
Gambar 4. 17 Tampilan tahapan ke 4,5, dan 6 Geometri Data	84
Gambar 4. 18 Tampilan tahapan ke 1 Steady Flow Data	85
Gambar 4. 19 Tampilan tahapan ke 2,3,dan 4 Steady Flow Data	85
Gambar 4. 20 Tampilan tahapan ke 5 dan 6 Steady Flow Data	85
Gambar 4. 21 Tampilan tahapan pertama Steady Flow Data	86
Gambar 4. 22 Tampilan tahapan ke 2,3, dan 4 Steady Flow Data	86
Gambar 4. 23 Tampilan tahapan ke 5 Steady Flow Data	86
Gambar 4. 24 Tampilan tahapan ke 7 save project.....	87
Gambar 4. 25 Profil melintang Sungai STA+4600	88
Gambar 4. 26 Profil melintang Sungai STA+4400	89

Gambar 4. 27 Profil melintang Sungai STA+3000	90
Gambar 4. 28 Profil melintang Sungai STA+2000	91
Gambar 4. 29 Peta genangan banjir kala 5 tahun	93
Gambar 4. 30 Peta genangan banjir kala 10 tahun	94
Gambar 4. 31 Peta genangan banjir kala 20 tahun	95
Gambar 4. 32 Peta genangan banjir kala 25 tahun	96
Gambar 4. 33 Peta genangan banjir kala 50 tahun	97
Gambar 4. 34 Peta genangan banjir kala 100 tahun	98
Gambar 4. 35 Peta genangan banjir kala 200 tahun	99



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Koefisien untuk Distribusi Normal	24
Tabel 2. 2 Kesimpulan memilih jenis distribusi. (Agustriyanto et al., 2020)	27
Tabel 2. 3 Harga koefisien pengaliran.....	29
Tabel 4. 1 Luas DAS yang masuk pengaruh tiga stasiun curah hujan	45
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Metode Poligon Thissen (2013-2022)	45
Tabel 4. 3 Parameter Distribusi Statistik biasa.....	47
Tabel 4. 4 Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Log.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Distribusi Statistik.....	51
Tabel 4. 6 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Person Type III.....	52
Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribus Log Person Type III....	53
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Distribusi Log Person Type III.....	53
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rencana	54
Tabel 4. 10 Perhitungan Hujan Rata.....	54
Tabel 4. 11 Perhitungan Hujan Netto	55
Tabel 4. 12 Perhitungan Hujan Netto Jam – jaman.....	56
Tabel 4. 13 Perhitungan HSS Nakayasu.....	59
Tabel 4. 14 Perhitungan Hujan Jam-jaman	61
Tabel 4. 15 Debit Rencana Kala Ulang 5 Tahun.....	63
Tabel 4. 16 Debit Rencana Kala Ulang 10 Tahun.....	64
Tabel 4. 17 Tabel Debit Kala Ulang 20 Tahun	66
Tabel 4. 18 Debit Rencana Kala Ulang 25 Tahun.....	68
Tabel 4. 19 Debit Rencana Kala Ulang 50 Tahun.....	69
Tabel 4. 20 Debit Rencana Kala Ulang 100 Tahun.....	71
Tabel 4. 21 Debit Rancangan Kala Ulang 200 Tahun.....	72
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rencana Metode Nakayasu Kala UlangSemua Tahun	74
Tabel 4. 23 rekapitulasi hasil perhitungan HSS Nakaysu	77

Tabel 4. 24 Tabel keterangan data penelitian..... 78

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Hasil Analisis Profil penampang Sungai..... 102



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerusakan alam, kerugian harta benda maupun korban jiwa. Banjir juga dapat merusak bangunan sarana dan prasarana dan lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat. Banjir disebabkan oleh faktor alam terkadang juga disebabkan oleh campur tangan manusia. Perlakuan manusia terhadap lingkungan merupakan faktor non alamiah yang berpengaruh terhadap perilaku aliran permukaan dan perubahan fisik alur Sungai (Agus Maryono, 2016).

Sungai yang diteliti adalah sungai yang terletak di Kelurahan Jagong Kabupaten Pangkep, dimana hampir setiap tahunnya dimusim penghujan menimbulkan banjir yang mengakibatkan banyak kerusakan dan kerugian sehingga mengganggu kegiatan masyarakat di berbagai sektor, seperti tergenangnya pemukiman penduduk yang berada di sekitar alur Sungai Ditinjau dari permasalahan tersebut maka perlu di rencanakan bangunan pengendalian banjir, maka pengendalian banjir dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana pada sungai tersebut diketahui (Yulianti, 2022).

Debit banjir rancangan adalah debit banjir maksimum yang salah satu indikator dalam penentuan dimensi bangunan pengendali banjir. Dengan demikian, maka salah satu hal yang perlu di prioritaskan ialah pengaman sungai tersebut agar aman dari luapan sungai ketika musim hujan tiba. Melalui tinjauan ini diusahakan agar dapat mengurangi luapan air banjir yang keluar dari palung sungai, serta mencegah

rusaknya sungai oleh alirannya. Untuk itu kami akan menghitung debit air sungai dengan beberapa hasilnya bertujuan untuk mengetahui debit air sungai yang mampu ditampung oleh sungai, sebagai dasar dalam perencanaan konstruksi pengendalian banjir (Agus Maryono, 2016).

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, penting kiranya untuk dilakukan penelitian dengan judul **“Analisis Kapasitas Penampang Sungai Pangkajene Untuk Mengidentifikasi Banjir Pada Kelurahan Jagong Kabupaten Pangkep Menggunakan Software Hec-Ras 6.3.1.”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Berapa besar debit banjir rencana menggunakan HSS Nakayasu pada Sungai Pangkajene ?
2. Berapa besar kapasitas penampang Sungai Pangkajene menggunakan software HEC-RAS ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat di ambil tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kapasitas tampungan penampang sungai pangkajene
2. Mengidentifikasi luapan banjir yang terjadi di Sungai Pangkajene.

D. Manfaat Penelitian

Setelah berbagai masalah yang telah dirumuskan, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis.

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk melakukan penelitian tingkat kerawanan banjir, khususnya di Sungai Pangkajene.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi penulis, mengembangkan wawasan dan kemampuan dalam melakukan penelitian dan menyusun karya tulis.
- b. Bagi peneliti lain, sebagai sumber referensi bagi peneliti lain yang memiliki minat penelitian terkait pengendalian air banjir.
- c. Bagi masyarakat, masyarakat wawasan mengenai kerentanan bencana banjir terkhususnya pada Sungai Pangkajene, sehingga masyarakat memiliki Langkah antisipasi dalam menghadapi bencana banjir yang sewaktu – waktu dapat terjadi.
- d. Bagi pemerintah, memberikan sumber rujukan untuk menentukan kebijakan, khususnya dalam hal penyusunan rencana penanggulangan bencana banjir Sungai Pangkajene sehingga apabila bencana terjadi dapat meminimalisir korban dan kerugian harta benda.

E. Batasan Penelitian

Agar pembahasan lebih terarah maka diperlukan batasan masalah untuk mencegah melebarnya lingkup permasalahan. Adapun batasan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian di sungai Pangkajene yang terletak di Kelurahan Jagong Kabupaten Pangkep dengan panjang Sungai yang diteliti 5,5 km.
2. Untuk memperoleh debit maksimum, maka penelitian ini digunakan analisis hidrologi sebagai berikut:
 - Metode Poligon Thissen yang digunakan untuk mencari curah hujan rerata pada DAS Pangkep
 - Metode distribusi Log Person Type III untuk menganalisis sebaran data curah hujan harian sehingga dapat di peroleh nilai rata-rata disebut curah hujan rencana. Kala ulang yang digunakan yaitu kala ulang. 5, 10, 20, 50, 100, dan 200 tahun.
 - Metode HSS Nakayasu digunakan untuk menghitung debit banjir rencana.
3. Analisis hidrolika aliran menggunakan untuk software HEC-RAS 6.3.1 Berikut Langkah kerja dengan model HEC-RAS 6.3.1 yaitu: membuat file Project, Pembuatan geometrik Sungai, menginput data DEMNAS Sungai memasukan data aliran, kemudian running program dengan menu steady flow analysis, dan Langkah terakhir pada penelitian ini yaitu output dari analisis HEC-RAS 6.3.1

F. Sistematika Penulisan

Adapun uraian dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian di susun agar terarah pada tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Berikut sistematika penulisan antara lain:

BAB 1 PENDAHULUAN :

Dalam bab ini akan dipaparkan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA :

Dalam bab ini berisi acuan yang menjadi dasar dari analisis dan evaluasi dalam penulisan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN :

Dalam bab ini dibahas tentang metodologi yang akan digunakan untuk analisis dan evaluasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN :

Memberikan gambaran analisa pembahasan untuk peneliti tentang kondisi lalulintas pada saat ini dan untuk periode beberapa tahun kedepan berdasarkan data volume lalulintas yang didapatkan.

BAB V PENUTUP :

Berisikan kesimpulan dan saran-saran yang dikemukakan oleh peneliti berdasarkan hasil dari analisa dalam penulisan tugas akhir sebagai usulan-usulan dan alternative.

BAB II

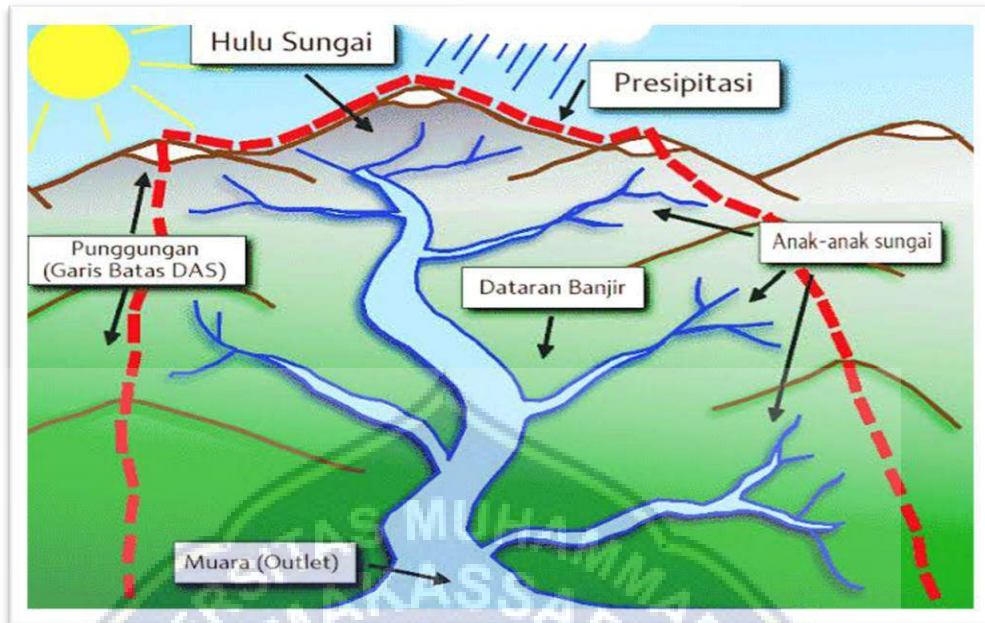
TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Umum Sungai

Sungai adalah torehan dipermukaan bumi yang merupakan penampung dan penyaluran alamiah aliran dan material yang dibawahnya dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya bermuara ke laut.(Novianti et al., 2022)

Secara umum, kapasitas mengacu pada jumlah maksimum keluaran fisik yang dapat disimpan atau ditahan oleh wadah atau tempat. Pengaturan dan daya tampung sungai mengacu pada kemampuan sungai untuk mengangkut air. Jika daya tampung sungai tidak mampu lagi mengalirkan air, sungai dapat meluap sehingga menyebabkan dataran banjir tergenang. Berkurangnya kapasitas penyimpanan saluran sungai mungkin disebabkan oleh erosi tanggul yang berlebihan dan sedimentasi dari pendangkalan saluran. Analisis kapasitas tampungan sungai diperlukan untuk menentukan apakah dimensi penampang sungai yang mampu mengalirkan debit banjir rencana.(et al., 2019)

Salah satu faktor terpenting dari ilmu pengetahuan sungai yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS). Konsep daerah aliran sungai atau yang sering disingkat DAS merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi. Mengingat DAS yang besar pada dasarnya tersusun dari DAS-DAS yang kecil, dan DAS yang kecil itu juga tersusun dari DAS-DAS yang lebih kecil lagi. Secara umum Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah dataran yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan



Gambar 2. 1 skema daerah aliran. (Sumber:Sipil.com)

menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui Sungai Pangkajene berada di DAS Pangkajene.

Karna air mengalir dari tempat yang tinggi ketempat yang lebih rendah sepanjang lereng maa garis batas sebuah DAS adalah punggung bukit sekeliling sebuah Sungai.Garis batas DAS terdebut merupakan Garis khayal yang tidak bisa dilihat,tetapi dapat digambarkan pada peta. Batas DAS kepanyakan tidak sama dengan batas wilayah administrasi.akibatnya sebuah DAS bisa berada pada lebih dari suatu wilayah administrasi.(Azmi et al., 2022)

a. Pola Aliran Sungai

Adanya perbedaan pola pengaliran sungai di satu wilayah dengan wilayah lainnya sangat ditentukan oleh perbedaan kemiringan topografi, struktur dan litologi batuan dasarnya (Ardi, Putri, 2014). Pola pengaliran yang umum dikenal adalah sebagai berikut :

1. Pola aliran dendritik adalah pola aliran yang cabang-cabang sungainya menyerupai struktur pohon.
2. Pola aliran radial adalah pola aliran sungai yang arah alirannya menyebar secara radial dari suatu titik ketinggian tertentu, seperti puncak gunung api atau bukit intrusi.
3. Pola rectangular umumnya berkembang pada batuan yang resistensi terhadap erosinya mendekati seragam, namun dikontrol oleh kekar yang mempunyai dua arah dengan sudut saling tegak lurus.
4. Pola aliran trellis adalah pola aliran yang menyerupai bentuk pagar yang umum dijumpai di perkebunan anggur. sungai yang mengalir lurus di sepanjang lembah.
5. Pola aliran sentripetal merupakan pola aliran yang berlawanan dengan pola radial, di mana aliran sungainya mengalir ke satu tempat yang berupa cekungan (depresi).
6. Pola aliran annular adalah pola aliran sungai yang arah alirannya menyebar secara radial dari suatu titik ketinggian tertentu dan ke arah hilir aliran kembali bersatu. Pola aliran annular biasanya dijumpai pada morfologi kubah atau intrusi loccolith.
7. Sistem pengaliran paralel adalah suatu sistem aliran yang terbentuk oleh lereng yang curam/terjal. Dikarenakan morfologi lereng yang terjal maka bentuk aliran sungai akan berbentuk lurus-lurus mengikuti arah.

b. Jenis-Jenis Sungai

1. Berdasarkan Sumber Sungai

- a) Sungai hujan, yaitu jenis sungai yang airnya yang berasal dari air hujan.
 - b) Sungai gletser, yaitu salah satu jenis sungai yang airnya berasal dari suatu pencairan es.
 - c) Sungai campuran, yaitu salah satu jenis sungai yang airnya berasal dari suatu pencairan es (gletser), dari hujan, dan dari sumber mata air.
2. Berdasarkan debit airnya (volume airnya)
- a) Sungai permanen, yaitu salah satu jenis sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap.
 - b) Sungai periodik, yaitu salah satu jenis sungai yang pada waktu musim hujan airnya lebih banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya sangat sedikit.
 - c) Sungai episodik, yaitu salah satu jenis sungai yang pada musim kemarau airnya akan kering dan pada musim hujan airnya banyak.
 - d) Sungai ephemeral, yaitu jenis sungai yang ada air pada saat musim hujan turun.
3. Berdasarkan asal kejadiannya (genetiknya)
- a) Sungai konsekuen, yaitu salah satu jenis sungai yang airnya mengalir untuk mengikuti daerah lereng awal.
 - b) Sungai subsekuen/strike valley yaitu jenis sungai yang aliran airnya mengikuti sebuah strike batuan.

- c) Sungai obsekuen, yaitu salah satu jenis sungai yang aliran airnya berlawanan arah dengan sungai konsekuen.
 - d) Sungai resekuen, yaitu salah satu jenis sungai yang airnya mengalir mengikuti arah kemiringan pada lapisan batuan dan bermuara di sungai subsekuen.
 - e) Sungai insekuen, yaitu salah satu jenis sungai yang mengalir tanpa bisa kontrol oleh litologi ataupun struktur geologi.
4. Berdasarkan struktur geologinya
- a) Sungai anteseden, yaitu salah satu jenis sungai yang tetap mempertahankan sebuah arah aliran airnya meskipun ada struktur geologi (batuan) yang melintang.
 - b) Sungai superposed, yaitu salah satu jenis sungai yang melintang.
5. Berdasarkan pola alirannya
- a) Radial atau menjari, jenis yang satu ini dibedakan menjadi dua yakni: Radial sentrifugal, yaitu pola aliran yang menyebar meninggalkan pusatnya. Dendritik, yaitu salah satu jenis sungai yang pola aliran yang tidak teratur
 - b) Trellis, yaitu salah satu jenis sungai yang pola aliran yang menyirip seperti daun.
 - c) Rektangular, yaitu salah satu jenis sungai yang pola aliran yang membentuk sudut siku-siku atau hampir siku-siku 90° sungainya membentuk sudut lancip.

- d) Anular, yaitu salah satu jenis sungai yang pola aliran sungai yang membentuk lingkaran²².

B. Definisi Banjir

Banjir adalah suatu keadaan sungai di mana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai. Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang. (Balahanti et al., 2023)

Pengendalian banjir sungai adalah cara atau metode penanggulangan yang berupa usaha - usaha yang dilakukan dengan tujuan bagaimana memperkecil pengaruh pengrusakan akibat banjir. (Kustamar et al., 2018)

Pengendalian banjir pada umumnya meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan kegiatan pengendalian banjir dan pemeliharaan yang pada dasarnya bertujuan untuk mengendalikan banjir, pengaturan daerah dataran banjir dan mengurangi atau mencegah adanya bahaya serta kerugian akibat banjir.

Sejarah banjir pada daerah Pangkep 2021 - 2022 Banjir yang terjadi beberapa kali dalam kurun waktu dua tahun terakhir, di pusat kota Pangkajene Kepulauan (Pangkep) telah menyebabkan kegiatan perekonomian masyarakat Pangkep terganggu. Penyebab Banjir ini disebabkan pendangkalan Sungai Pangkajene, pecahan - pecahan batu gunung yang menjadi tumpukan sidemen pemicu utama dari dangkalnya sungai tersebut. Selain itu, Sungai Pangkajene ini berada di DAS Sungai Saddang yang kondisinya juga sedang rusak dan

membawa lumpur sehingga menyebabkan pendangkalan di muara sungai. Dalam DAS tersebut juga terdapat Bendung Tabo - Tabo.

(BPBD) Pangkep, Kallang Ambo Dalle, juga mengatakan penyebab utama banjir di pusat kota dan pusat keramaian Pangkep disebabkan buruknya sistem drainase, di beberapa titik ruas jalan yang belum optimal menampung air sehingga air mengalir kurang maksimal ke badan sungai. kemudian faktor – faktor yang lainnya yaitu terjadinya banjir diakibatkan curah hujan yang tinggi yang terjadi di wilayah pembebasan lahan jalur kereta api dan keterbatasan kemampuan APBN kita akibat Covid-19, sehingga program pemerintah pusat di daerah dibatasi.

Banjir menjadi masalah dan berkembang menjadi bencana ketika banjir tersebut mengganggu aktifitas manusia dan bahkan membawa korban jiwa dan harta benda. Banjir di suatu tempat bisa berbeda-beda tergantung kondisi fisik wilayah tersebut. Dalam hal ini, ada yang mengalami banjir lokal, banjir kiriman, maupun banjir rob (Darmawan & Suprajaka, 2016). Adapun penjelasan dari kejadian banjir tersebut dapat dijelaskan di bawah ini:

1) Banjir Lokal

Banjir lokal disebabkan oleh tingginya intensitas air hujan dan belum tersedianya drainase memadai. Banjir lokal ini lebih bersifat setempat, sesuai dengan luas sebaran hujan lokal. Banjir ini semakin parah apabila saluran drainase tidak berfungsi secara optimal, dimana saluran tersebut tersumbat sampah, sehingga mengurangi kapasitas penyalurannya.

2) Banjir Kiriman

Banjir kiriman ini disebabkan oleh peningkatan debit air sungai yang mengalir. Banjir ini diperparah oleh air kiriman dari daerah atas. Sebagian besar sebagai akibat bertambahnya luasnya daerah terbangun dan mengubah koefisien II - 10 aliran di daerah tangkapan, sehingga semakin banyak air yang menjadi aliran permukaan, semakin sedikit air meresap menjadi air tanah.

3) Banjir Rob

Banjir ini disebabkan oleh tingginya pasang surut air laut yang melanda daerah pinggiran laut atau pantai. Namun dalam penelitian ini tidak menggunakan batasan banjir rob karena daerah penelitian yaitu Cekungan Surakarta bagian utara merupakan darah yang tidak baebatasan langsung dengan laut ataupun pantai.

Secara umum penyebab banjir dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang disebabkan tindakan manusia . Banjir disebabkan oleh faktor alam, seperti:

1. Curah hujan: pada musim hujan, curah hujan tinggi menyebabkan banjir di sungai dan bila melebihi tebing sungi maka akan timbul banjir dan genangan.
2. Pengaruh fisiografi: fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan Daerah Aliran Sungai, geometrik hidrolik (bentuk

penampang seperti lebar, kedalaman, material dasar sungai), lokasi sungai merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

3. Erosi dan sedimentasi: erosi di daerah pengaliran sungai berpengaruh terhadap pengaruh kapasitas penampang sungai. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.

4. Kapasitas sungai: pengaruh kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan serta sedimentasi di sungai karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan tanah tidak tepat.

5. Kapasitas drainase yang tidak memadai: kapasitas drainase tidak memadai di suatu daerah bisa menyebabkan terjadinya banjir.

4) Banjir Faktor Manusia

1. Perubahan lokasi Daerah Aliran Sungai: perubahan daerah aliran sungai seperti pengundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota dan perubahan tata guna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena aliran banjir.

2. Wilayah kumuh: masalah wilayah kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan. Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat menjadi penghambat aliran.

3. Sampah: fenomena disiplin masyarakat yang kurang baik dengan membuang sampah tidak pada tempatnya bisa menyebabkan banjir.

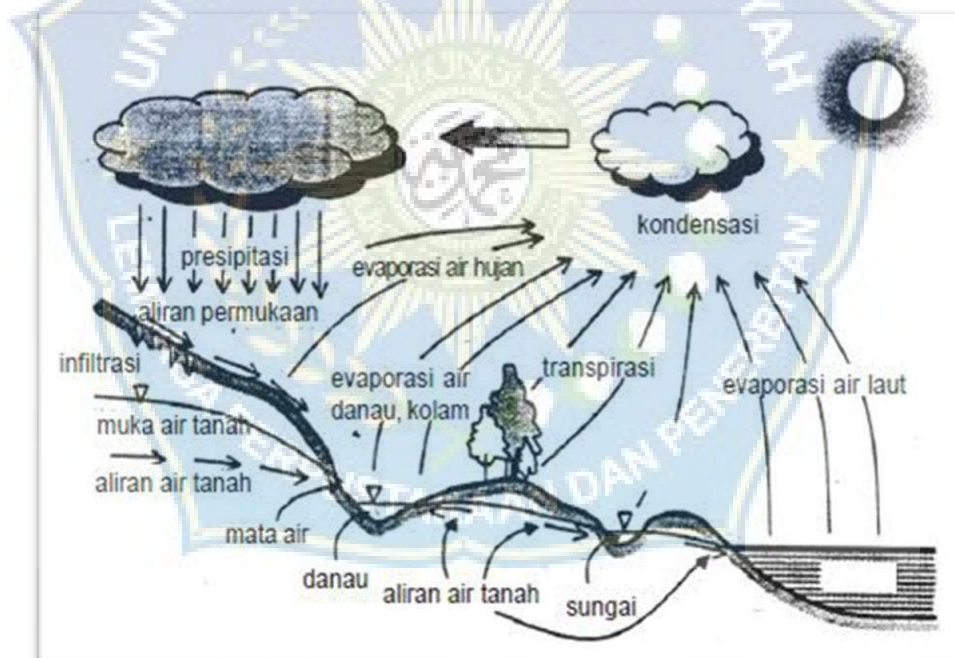
4. Drainase lahan: drainase perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantaran banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.
5. Bendung dan bangunan air: bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efekaliran baik (back water).
6. Kerusakan bangunan pengendali banjir: pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.
7. Perencanaan sistem pengendali banjir tidak tepat: beberapa sistem pengendali banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil maupun sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir besar.

C. Analisis Hidrologi

Hidrologi merupakan bidang ilmu pengetahuan yang mempelajari kejadian serta penyebaran atau distribusi air secara alami di bumi. Unsur hidrologi yang berpengaruh terhadap suatu wilayah adalah curah hujan. Oleh sebab itu data curah hujan suatu daerah merupakan data utama dalam menentukan besarnya debit banjir rencana maupun debit andalan yang terjadi pada daerah tersebut. (Tiwery et al., 2022)

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tiada henti dari atmosfer ke bumi lalu Kembali ke atmosfer kondensasi,presipitasi,evaporasi dan transpirasi (Eko Aryanto & Hardiman, 2017).

Siklus air atau siklus hidrologi menggambarkan pergerakan molekul air dari permukaan bumi ke atmosfer dan kembali lagi. Dalam sistem ini energi matahari memiliki peran besar dalam siklus yang terjadi secara terus menerus. Pada saat terjadi penguapan yaitu ketika air berubah dari cair menjadi gas (dari samudera, lautan, dan badan air lainnya) sekitar 90% kelembaban terbentuk di atmosfer. 10% sisanya dilepaskan oleh tumbuhan dalam bentuk transpirasi.



Gambar 2. 2 Siklus Hidrologi (Eko Aryanto & Hardiman 2017)

Tujuan Analisis data hidrologi ialah untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan data hidrologi yang dikumpulkan (Soewarno, 1995). Berikut ini merupakan langkahlangkah dalam analisis hidrologi, yaitu menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta

luasnya, menentukan luas pengaruh daerah stasiun - stasiun hujan, menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dari data curah hujan yang ada, menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun, menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana di atas pada periode ulang T tahun, membandingkan antara debit air yang tersedia dengan kapasitas sungai.

- 1) Evaporasi / transpirasi – Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, es.
- 2) infiltrasi / Perkolasi ke dalam tanah – Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
- 3) Air Permukaan – Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi, seperti besarnya: curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu. (Eko Aryanto & Hardiman, 2017)

Adapun Langkah – Langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut (Gunawan, 2019) :

- Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- Menentukan luas pengaruh daerah stasiun – stasiun hujan.
- Menentukan curah hujan maksimum harian rata – rata DAS dari data curah hujan yang ada.
- Pengukuran dispersi.
- Pemilihan jenis sebaran.
- Uji kecocokan sebaran yang digunakan.
- Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun,

Penentuan debit banjir rencana tergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Debit banjir yang dirancang memiliki periode ulang yang berbeda. Saat memilih teknik analisis, penentuan rencana banjir bergantung pada data yang tersedia dan jenis bangunan air yang akan dibangun.

Untuk menghitung debit banjir, diperlukan data curah hujan yang diperoleh melalui stasiun pengukur hujan. Sebuah stasiun pengukur hujan yang

berpengaruh di DAS Pangkajene telah menggunakan perangkat otomatis yang menghasilkan curah hujan.

1. Analisis Data Curah Hujan

Analisis curah hujan dalam penelitian ini adalah untuk menentukan curah hujan rata-rata menggunakan analisis berikutnya. Terdapat tiga metode umum untuk menghitung curah hujan rata-rata dalam suatu kawasan studi yaitu. (Samsudin, 2016)

a) Metode rerata arimatik (Aljabar)

Metode ini adalah metode yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun diluar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan.

- Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
- Distribusi hujan relative merata pada seluruh DAS
- Hujan rerata pada seluruh DAS diberikan oleh bentuk berikut

(sumber Sri Harto, Analisis hidrologi, 1993)

$$\frac{R_1+R_2+R_3+\dots+R_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

R = hujan rerata Kawasan

$R_1, R_2, R_3 =$ hujan di stasiun 1,2,3,...,n

N = jumlah stasiun

b) Metode Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. (*alfred h.thiessen*).

1. Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau, termasuk stasiun hujan di luar DAS.
2. Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus (garis terputus) sehingga membentuk segitiga-segitiga, yang sebaiknya mempunyai sisi dengan Panjang yang kira-kira sama.
3. Dibuat garis berat pada sisi-sisi segitiga
4. Garis-garis berat tersebut membentuk polygon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang di bentuk oleh polygon. Untuk stasiun yang berada di dekat batas DAS, garis batas DAS membentuk batas tertutup dari polygon.
5. Luas tiap polygon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam polygon.
6. Jumlah dari perhitungan pada butir e untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rerata daerah tersebut, yang dalam bentuk matematik mempunyai bentuk berikut.

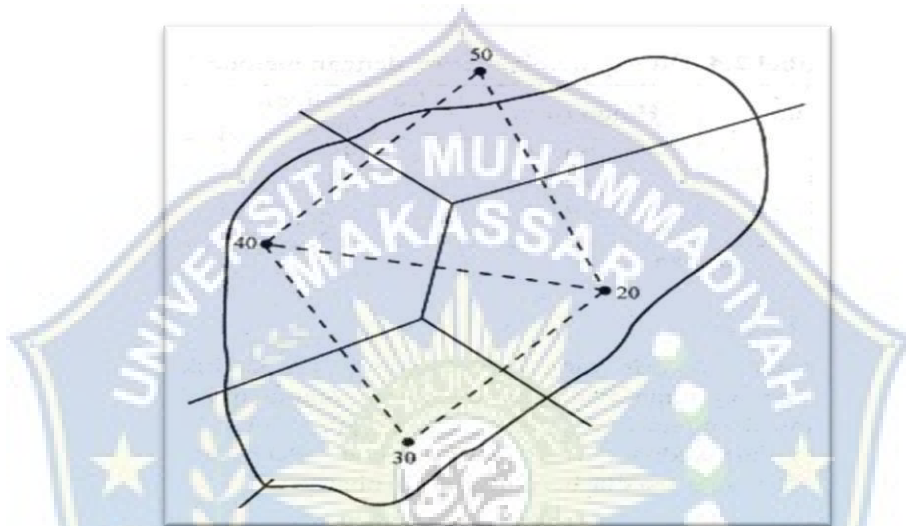
$$D = \frac{A_1.d_1+A_2.d_2+A_3.d_3+\dots+A_n.d_n}{A} = \frac{\sum A_i.d_i}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :

D = Hujan rerata kawasan

A_1, A_2, A_3 = hujan di stasiun 1,2,3,...,n

A = luas stasiun



Gambar 2. 3 poligon Thiessen (Samsudin,2016)

c) Metode Isohiet

Isohiet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode isohiet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis isohiet adalah merata dan sama dengan nilai rerata dari kedua garis isohiet tersebut. (Nurhijriah et al., 2022)

Pembuatan garis isohiet dilakukan dengan prosedur berikut ini:

1. Lokasi stasiun hujan dan kedalaman hujan digambarkan pada peta daerah yang ditinjau.
2. Dari nilai kedalaman hujan di stasiun yang berdampingan dibuat interpolasi dengan penambahan nilai yang ditetapkan.

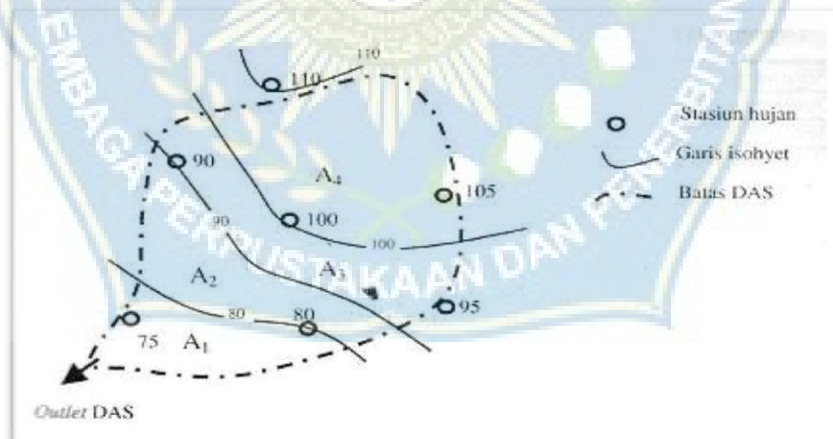
3. Dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik interpolasi yang mempunyai kedalaman hujan yang sama. Ketelitian tergantung pada pembuatan garis isohiet dan intervalnya.
4. Diukur luas daerah antara dua isohiet yang berurutan dan kemudian dikalikan dengan nilai rerata dari nilai kedua garis isohiet.
5. Jumlah dari hitungan pada butir d untuk seluruh garis isohiet dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan kedalaman hujan rerata daerah tersebut. Secara matematis hujan rerata tersebut dapat ditulis. (Loebes,1987)

$$R = \frac{A_{1,2}}{A} R_{1,2} + \frac{A_{2,3}}{A} R_{2,3} + \dots + \frac{A_{n,n+1}}{A} R_{n,n+1} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

R = Hujan rerata kawasan

A = garis isohiet 1,2,3,...,n+1



Gambar 2. 4 Metode Isohet (Nurhijriah et al.,2022)

2. Analisis Curah Hujan Rancangan

Dalam analisis hujan aliran untuk memperkirakan debit banjir rancangan diperlukan masukan hujan rancangan ke dalam suatu system DAS. Hujan rancangan tersebut dapat berupa kedalaman hujan di suatu titik atau hyetograph

hujan rencana yang merupakan distribusi hujan sebagai fungsi waktu selama hujan deras. Perencanaan bangunan air di dasarkan pada debit banjir rancangan.

Untuk menentukan banjir rancangan, apabila data debit di daerah mencukupi maka dapat langsung digunakan untuk menentukan banjir rancangan dengan analisis frekuensi. Apabila pada daerah tersebut data debit sangat terbatas maka dapat digunakan data curah hujan. (Arief Aditya, 2016)

Persamaan perkiraan banjir yang banyak digunakan dapat dipisahkan menjadi 3 kelompok. (Herawati et al., 2021)

1) Metode Empirik

Cara empirik berdasar persamaan rasional untuk sungai – sungai yang belum pernah diukur (tidak ada data AWLR dan data pengukuran debit), cara empirik berdasarkan persamaan rasional yang dikenal di Indonesia diantaranya adalah cara Melchior, cara der Weduwen dan cara Haspers. Persamaan rasional ini baik dipakai pada DAS yang kecil karena faktor yang mempengaruhinya dapat diketahui dengan baik, pemakaian pada DAS yang besar akan menyebabkan penyimpangan yang besar. Selain itu juga digunakan cara hidrograf satuan terukur dan cara hidrograf satuan sintetik. Cara yang disebutkan terakhir yaitu cara hidrograf satuan sintetik dilakukan jika tidak tersedia data debit aliran maupun data curah hujan, sehingga karakteristik sungai seperti kemiringan dan panjang sungai, luas DAS dan bagiannya, diamati dengan cermat, dan dituangkan dalam bentuk angka. Dalam praktek analisis hidrologi terdapat beberapa metode seperti hidrograf

satuan sintetik GAMA I (HSS GAMA I), hidrograf satuan sintetik Snyder dan hidrograf satuan sintetik Nakayasu .

2) Analisis frekuensi

Analisa frekuensi curah hujan adalah berulangnya curah hujan baik jumlah frekuensi persatuan waktu maupun periode ulangnya. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan pada kala ulang tertentu. Untuk menganalisa frekuensi curah hujan ini menggunakan tiga metode sebagai perbandingan, yaitu:

- Metode Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Sebaran normal atau kurva normal disebut pula sebaran Gauss. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah:

$$X_t = x + z.S_x \dots\dots\dots (4)$$

dimana,

X_t : Curah Hujan Rencana (mm/hari)

Tabel 2. 1 Nilai Koefisien untuk Distribusi Normal

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,00	0,84	1,28	1,71	2,05	2,33

x : Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)

$$S_x : \text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

z : Faktor frekuensi (Tabel 2.1)

- Metode Distribusi Gumbel

Untuk perhitungan curah hujan rencana dengan metode ini, menggunakan data seperti curah hujan rata-rata, dengan rumus sebagai berikut :

$$X_T = X + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times s_d \dots \dots \dots (6)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (7)$$

dimana,

X_t : Curah Hujan Rencana (mm/hari)

x : Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)

n : banyaknya data tahun pengamatan

S_d : Standar Deviasi

Y_n : Reduce mean (hubungan dengan banyaknya data, n)

Y_t : Reduce variate (hubungan dengan kala ulang, t)

S_n : Reduce standart deviation (hubungan dengan banyaknya data, n)

- Metode Distribusi Log Person Type III

Analisa frekuensi ini untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dalam mendapatkan curah hujan yang didasarkan pada nilai-nilai koefisien asimetri, koefisien variasi dan koefisien kurtosis yang didapat dari parameter - parameter statistik. Dari hasil ketiga tersebut dipilih harga yang paling mungkin terjadi yaitu dengan melihat kriteria dari besarnya parameter statistik, yaitu:

Metode ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } x + K_{Tr} \cdot S_{\text{Log } X} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

Log X_T : Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)
 Log X : Nilai rata-rata dari log X_i (mm)

$S_{\text{Log } X}$: standar deviasi dari log X

$$K_{Tr} = \sqrt{\sum \frac{(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

K_{Tr} : Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

C_s : koefisien kemencengan

3. Analisis Parameter Statistik

Dalam analisis data di perlukan ukuran-ukuran numeric yang menjadi parameter. Parameter yang digunakan untuk pemilihan jenis distribusi. Dalam menentukan curah hujan rancangan dilakukan dengan analisa parameter statistic (Herawati et al., 2021). Prosedur perhitungan parameter statistic adalah sebagai berikut:

- Urutkan data dari besar ke kecil.
- Tentukan semua nilai variant X
- Hitung harga rata-rata curah hujan maksimum (X)

$$\sum_{i=1}^N X \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

n = jumla tahun pengamatan

x_i = tinggi hujan pada tahun i

- Hitung standar deviasi (S) dengan

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x-x)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(11)$$

- Hitung koef, variasi (Cv) dengan

$$\frac{s}{x} \dots\dots\dots(12)$$

- Hitung koef kemencengan (Cv) dengan

$$\frac{n \sum_{i=1}^n (x_1 - x_2)^3}{(n-1).(n-2)s^3} \dots\dots\dots(13)$$

- Hitung koef urtosis (Ck) dengan

$$\frac{1/n \sum_{i=1}^n (x-x)^3}{s^3} \dots\dots\dots(14)$$

Berikut adalah tabel Kesimpulan memilih jenis distribusi:

Tabel 2. 2 Kesimpulan memilih jenis distribusi. (Agustriyanto et al., 2020)

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	Cs = 0,00 Cs = 3.00
Log normal	Cs = 3 x Cv Ck = 4,4002
Gumbel	Cs.1.13961 Ck = 4,4002
Log pearson type III	Tidak memenuhi sifat – sifat seperti kepada ketiga distribusi diatas

Bila tidak memenuhi yang dijelaskan pada tabel 2.2 diatas dapat digunakan distribusi log pearson type III.

4. Distribusi Curah Hujan Tiap Jam

Perhitungan hidrograf banjir dengan memakai system unit hidrograf diperlukan pembagian hujan yang mungkin terjadi selama selang waktu. Daerah pengaliran di Indonesia biasanya diambil selang waktu 5 sampai 7 jam. Sebagai pendekatan untuk pengaliran DAS pangkep diambil hujan harian selama 5 jam (Purba et al., 2021). Pengambilan curah hujan tiap jamnya dihitung dengan metode mononobe yaitu:

- a) Perhitungan rata rata hujan sampai Ke-T

$$R_t = R_0 (T_1/T)^{2/3} \dots\dots\dots(15)$$

$$R_0 = R_{24}/T_1 \dots\dots\dots(16)$$

Dimana:

R_t = Rata-rata hujan ke-T

T_1 = Waktu terpusat hujan harian

R_{24} = Hujan harian maksimum (mm/jam)

R_0 = Hujan harian rata-rata (mm/jam)

- b) Perhitungan curah hujan pada jam ke-T

$$R_t = t.R - (t-1) . R (t-1) \dots\dots\dots(17)$$

Dimana:

R_t = Curah hujan pada jam ke T

1. Distribusi Hujan Efektif

Hujan efektif (effectif rainfall) adalah bagian dari hujan yang menjadi aliran langsung di Sungai. Hujan efektif ini adalah sama dengan hujan total yang

jatuh di permukaan tanah dikurangi dengan kehilangan air.(Arzita & Gunarto, 2020)

a) Rata-rata curah hujan pada jam ke-T

$$R_t = R_0 \times \left(\frac{5}{T}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(18)$$

$$R_0 = \left(\frac{R_{24}}{5}\right) \dots\dots\dots(19)$$

$$R_T = T \times R_1 - (T-1) \times R (t-1) \dots\dots\dots(20)$$

Dimana:

R_t = Rata-rata hujan dari awal sampai jam ke-T

T = Waktu hujan dari awal sampai jam ke-T

R_{24} = Curah hujan maksimum harian

R_T = Tinggi hujan dari awal sampai jam ke-T

5 = Dianggap hujan terpusat 5 jam/ hari

b) Perhitungan curah hujan efektif

$$R_n = c \times R \dots\dots\dots(21)$$

Dimana:

R_n = Hujan efektif dari awal sampai jam ke-T

C = Koefisien Pengaliran

R = Intensitas curah hujan

Tabel 2. 3 Harga koefisien pengaliran

Kondisi Daerah Aliran	Harga C
Daerah pengunungan berlereng terjal	0,75 – 0,90
Daerah perbukitan	0,70 – 0,80

Kondisi Daerah Aliran	Harga C
Daerah bergelombang dan bersemak-semak	0,50 – 0,75
Daerah dataran yang digarap	0,45 – 0,60
Daerah persawahan irigasi	0,70 – 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,80
Sungai kecil di daerah dataran	0,45 – 0,75
Sungai yang bebas dengan wilayah pengkisan yang lebih dari seperlunya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

(sumber : Bendungan Type Urugan Ir.Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda)

2. Analisis Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat 25 dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. (Asyifa & Mubarok, 2022)

Debit banjir rancangan ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air. Melalui periode ulang, dapat ditentukan nilai debit rancangan. Debit banjir rencana ini dipergunakan untuk perhitungan tinggi air banjir rencana, tekanan air dan menghitung stabilitas bendung dan talud bronjong. Adapun metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan adalah sebagai berikut: (Damayanti et al., 2022)

➤ Metode HSS Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (time to peak magnitude).
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (time log).
- Tenggang waktu hidrograf (time base of hydrograf).
- Luas daerah pengaliran.
- Panjang alur sungai utama (length of the longest channel).

Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu menurut (Wilson E.M. 1993 *Hidrologi Teknik, ITB. Bandung*) adalah :

$$Q_p = \int_{T_p}^{R_o} \frac{C.A.R_o}{3,6.(0,3.T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(22)$$

Dengan :

Q_p = Debit puncak banjir (m³/det)

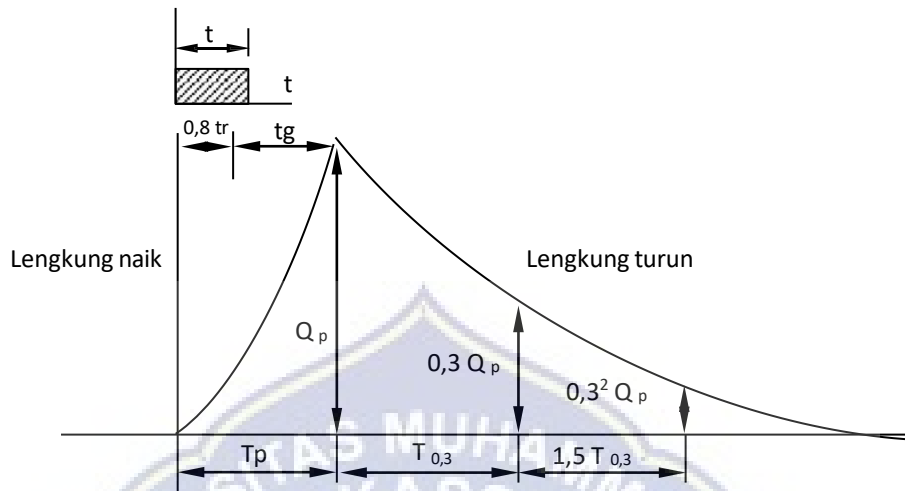
R_o = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

A = Luas daerah tangkapan sampai outlet

C = Koefisien pengaliran



Gambar 2. 5 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ dapat digunakan persamaan:

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots(23)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \dots\dots\dots(24)$$

t_g dihitung berdasarkan rumus :

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \dots\dots\dots(25)$$

$$t_g = 0,40 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \dots\dots\dots(26)$$

$$t_r = \text{lama hujan efektif yang besarnya } 0,5 \sim 1 t_g \dots\dots\dots(27)$$

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah :

a. Bagian lengkung naik untuk $0 \leq t \leq T_p$

$$Q_a = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,4} = \left[\frac{t}{T_p} \right] \dots\dots\dots(28)$$

b. Bagian lengkung turun :

- Untuk $Q_d > 0.3 Q_p$ untuk $T_p \leq t < T_{0.3}$

$$Q_d = Q_p \cdot 0.3 \left[\frac{t-T_p}{T_{0.3}} \right] = \dots\dots\dots(29)$$

- Untuk $0.3 Q_p > Q_d > 0.3^2 Q_p$ untuk

$$T_{0.3} \leq t < 1.5 T_p :$$

$$Q_d = Q_p \cdot 0.3 \left[\frac{(t-T_p)+0.5T_{0.3}}{T_p} \right] = \dots\dots\dots(30)$$

- Untuk $0.32 Q_p > Q_d$ untuk $t \geq 1.5 T_{0.3}$

$$Q_d = Q_p \cdot 0.3 \left[\frac{(t-T_p)+1.5 T_{0.3}}{T_p} \right] = \dots\dots\dots(31)$$

Hubungan antara bentuk daerah pengaliran dengan $T_{0.3}$ dapat dinyatakan:

$$T_{0.3} = 0.47(A.L)^{0.25} = \dots\dots\dots(32)$$

Dengan:

$$T_{0.3} = a \cdot tg \dots\dots\dots(33)$$

Maka:

$$a = \frac{T_{0.3}}{tg} \dots\dots\dots(34)$$

$$a = \frac{0.47 (A.L)^{0.25}}{tg} \dots\dots\dots(35)$$

Dimana:

Q_a = limpasan sebelum mencapai debit puncak (m³/detik)

Q_d = limpasan sesudah mencapai debit puncak (m³/detik)

t = waktu (jam)

L = panjang alur sungai (km)

tg = waktu konsentrasi (jam)

α = konstanta

3. Analisis Debit Aliran Sungai

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai -

(DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/s). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang Sungai per satuan waktu (Tombokan & Takaendengan, 2021). Terdapat tiga kemungkinan perubahan debit air sungai yaitu Laju penambahan air bawah tanah lebih kecil dari penurunan aliran air bawah tanah normal, Laju penambahan air bawah tanah sama dengan laju penurunannya, sehingga debit aliran menjadi konstan untuk sementara, dan Laju penambahan air bawah tanah melebihi laju penurunan normal, sehingga terjadi kenaikan permukaan air tanah dan debit sungai. Debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). (Tombokan & Takaendengan, 2021)

Faktor – faktor yang mempengaruhi debit air sungai yaitu :

a) Curah hujan

Curah hujan merupakan faktor utama yang menjadi penyebab besarnya debit air. Saat curah hujan berada pada kondisi tinggi terutama pada daerah hulu sungai, kemungkinan debit air akan meningkat dan volume air sungai menjadi tinggi.

b) Bentuk topografi

Kondisi topografi juga berpengaruh pada debit air terutama yang terdapat pada lereng. Jika semakin miring suatu permukaan tanah maka debit air juga akan semakin besar.

c) Banyaknya vegetasi

Jika daerah di sekitar sungai banyak ditumbuhi oleh vegetasi, besar kemungkinan air hujan yang jatuh akan terhalangi oleh bagian dari tanaman seperti daun dan dahan sehingga tanah tidak terlalu banyak menerima air yang berasal dari hujan. Selain itu, vegetasi yang tumbuh juga akan menyerap air yang jatuh ke tanah, jika tidak air tersebut akan terus mengalir menuju ke sungai. Vegetasi yang tumbuh juga memperbesar porositas tanah serta kapasitas penyerapan air oleh akar tanaman sehingga struktur tanah menjadi lebih baik dan membantu tanah dalam mengurangi kandungan air di dalamnya dengan cara transpirasi.

d) Luas wilayah aliran

Luas daerah atau sungai yang tidak memiliki ukuran besar atau dengan kata lain termasuk sungai kecil, biasanya debit air akan kecil saat musim kemarau. Namun debit air akan menjadi meningkat dan besar ketika musim hujan tiba. Debit air terbesar akan terjadi pada sungai yang berukuran kecil dan biasanya volume air akan melebihi kapasitas dari sungai itu sendiri sehingga tidak heran jika daerah di sekitar sungai akan terkena dampaknya berupa banjir.

4. Analisis Sungai Menggunakan Software HEC-RAS

HEC-RASS merupakan aplikasi bantuan yang di ciptakan oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute For Water Resource (WR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (steady and unsteady one 27 dimensional flow model).(et al., 2020)

HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi yaitu : Hitungan profil muka air alira permanen dan Simulasi aliran tidak permanen. Terdapat lima langkah utama dalam pembangunan model hidrolik menggunakan HEC-RAS :

- a) Memulai HEC-RAS
- b) Pembuatan nama pekerjaan
- c) Memasukkan data giometri
- d) Memasukkan data debit (*steady flow*) dan kondisi batas
- e) Running program (*steady flow*)

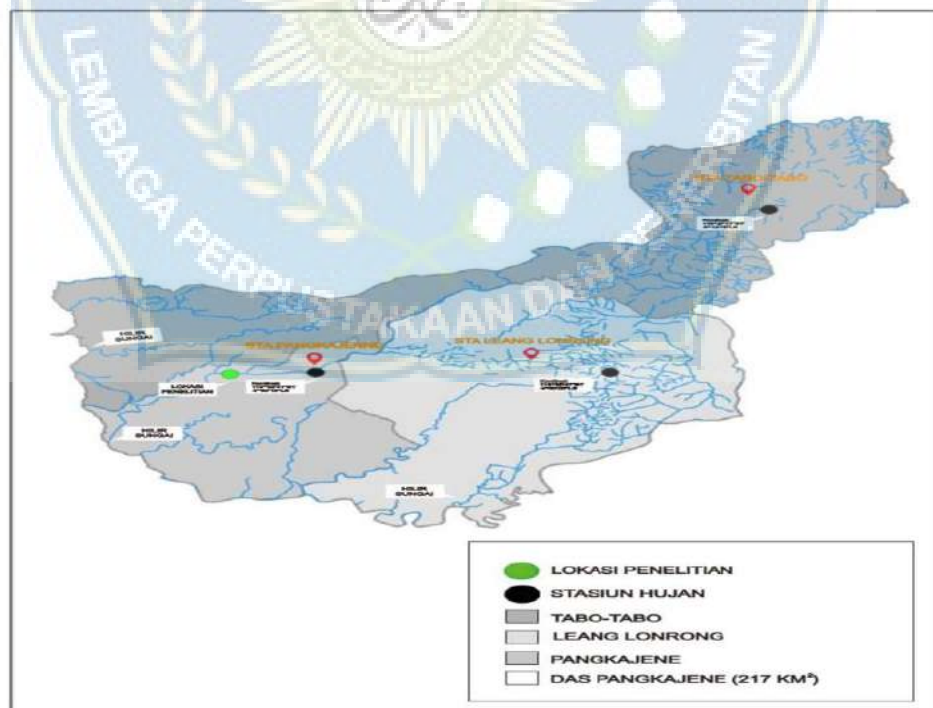
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Sungai Pangkajene yang berada pada posisi antara $4^{\circ}50'55,6''\text{LS}$ – $4^{\circ}45,40''\text{LS}$ dan $119^{\circ}30'41,4''\text{BT}$ – $119^{\circ}41'12''\text{BT}$. Secara administrasi DAS Pangkajene berada pada wilayah Sungai (WS) Saddang berada di Provinsi Sulawesi Selatan dengan panjang sungai 30 km. Selain itu, di Sungai Pangkajene juga terdapat bendungan Tabo – tabo yang berada di Desa Tabo – tabo Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep dimana bendungan ini merupakan bendungan yang menjadi pengendali banjir Sungai Pangkajene yang mampu menyediakan air baku sebesar 33.34 lt/dt.



Gambar 3. 1 Peta DAS Pangkajene.

2. Waktu Penelitian

Adapun waktu yang diperlukan dalam penelitian ini 29 Agustus 2023 sampai 29 Februari 2024.

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah sepanjang Kelurahan Jagong Kabupaten Pangkep yang berada di Kawasan Kota Pangkep. Adapun yang menjadi sampel dalam penelitian ini, yaitu Kawasan sepanjang Kelurahan Jagong Sungai Pangkajene yang terkena dampak banjir.

C. Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Dalam penelitian ini penulis menggunakan analisis kuantitatif karena menggunakan data sekunder yang bersifat kuantitatif. Data kuantitatif adalah jenis data yang berupa angka atau numerik yang bisa langsung diolah dengan menggunakan metode perhitungan yang sederhana.

2. Sumber Data

Dalam penelitian metode pengumpulan data yang digunakan dengan mengumpulkan data – data sekunder dengan memperoleh data alami dokumentasi, literatur atau buku yang kompeten tentang layanan mendukung penelitian.

Data sekunder dapat diperoleh dari hasil studi literatur serta laporan hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian tersebut adalah :

- Data curah hujan 10 tahun yang diambil dari 3 stasiun terdekat yang ada pada daerah pengaliran Sungai Pangkajene
- Data DEMNAS

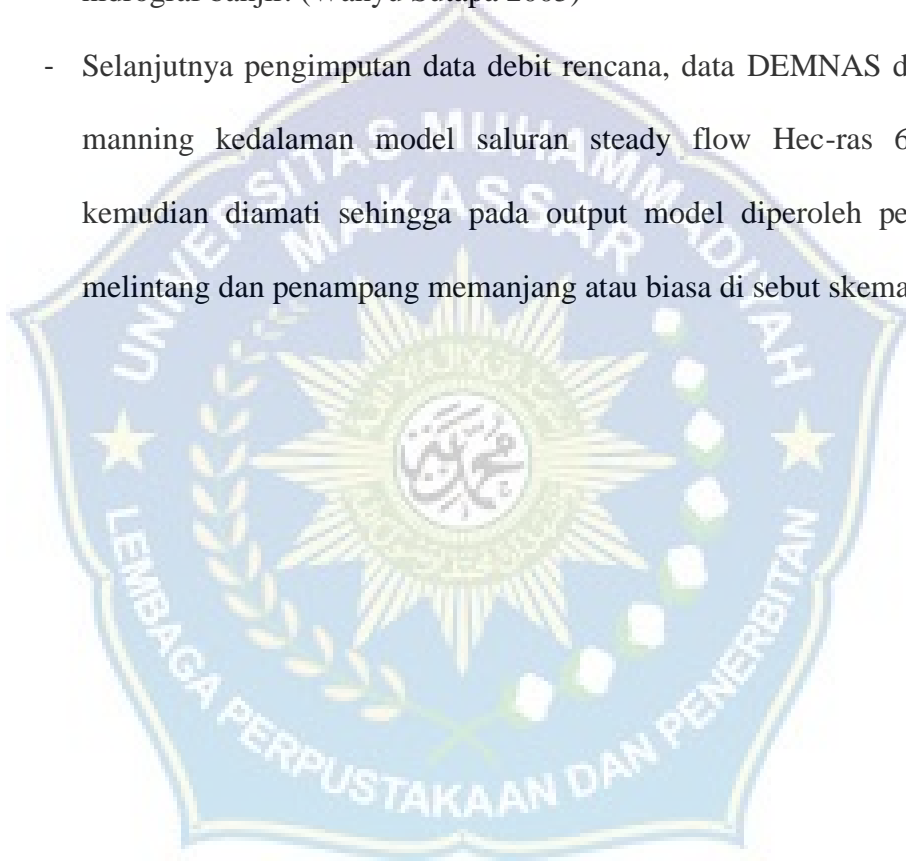
D. Tahapan Penelitian

Adapun tahap – tahap yang dapat dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

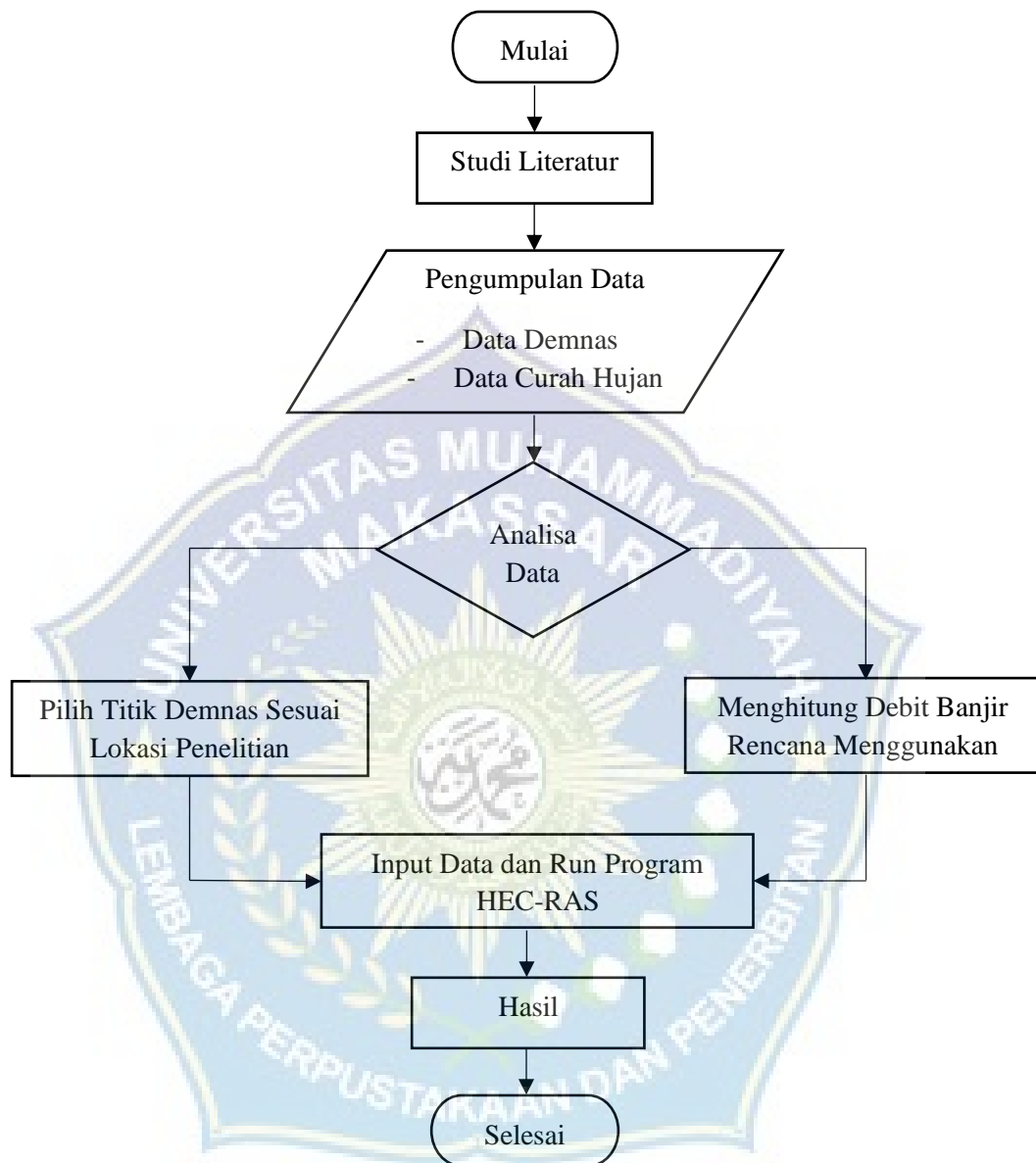
- Perhitungan dilakukan menggunakan Data curah hujan yang diperoleh dari Dinas Pengairan dan Sumber Daya Air. Kementerian PUPR Provinsi Sulawesi Selatan 10 Tahun yaitu pada Tahun 2013 sampai dengan tahun 2022
- Setelah memperoleh data, perhitungan curah hujan rerata DAS dihitung dengan metode Poligon thissen.
Penjelasan: metode polygon thissen cukup sederhana mudah dipahami dan juga teliti.
- Kemudian hasil yang didapat dibuat dalam kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Waktu konsentrasi dihubungkan kedalam kurva sehingga memperoleh intensitas curah hujan. Cara ini termasuk memadahi untuk menentukan curah hujan rata – rata.
Penjelasan : Log Person type III penjelasan lebih akurat dan cukup teliti dan mudah digunakan.
- Berdasarkan intensitas curah hujan dilakukan perhitungan menggunakan rumus HSS Nakayasu, untuk memperoleh nilai debit banjir rencana untuk setiap kala ulang tahunnya.

Penjelasan : Dalam peramalan debit banjir yang perlu diperhatikan yakni under estimated atau over estimated discharge. Permasalahan tersebut dijelaskan bahwa setiap proses pengalihragaman hujan menjadi banjir oleh sistem DAS selalu memberikan jawaban berbeda, salah satu pendekatan dalam mengatasi permasalahan tersebut perlu disajikan dalam bentuk hidrograf banjir. (Wahyu Sutapa 2005)

- Selanjutnya pengimputan data debit rencana, data DEMNAS dan angka manning kedalam model saluran steady flow Hec-ras 6.3.1 lalu kemudian diamati sehingga pada output model diperoleh penampang melintang dan penampang memanjang atau biasa di sebut skema Sungai.



E. Flow Chart Penelitian



Gambar 3. 2 Alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

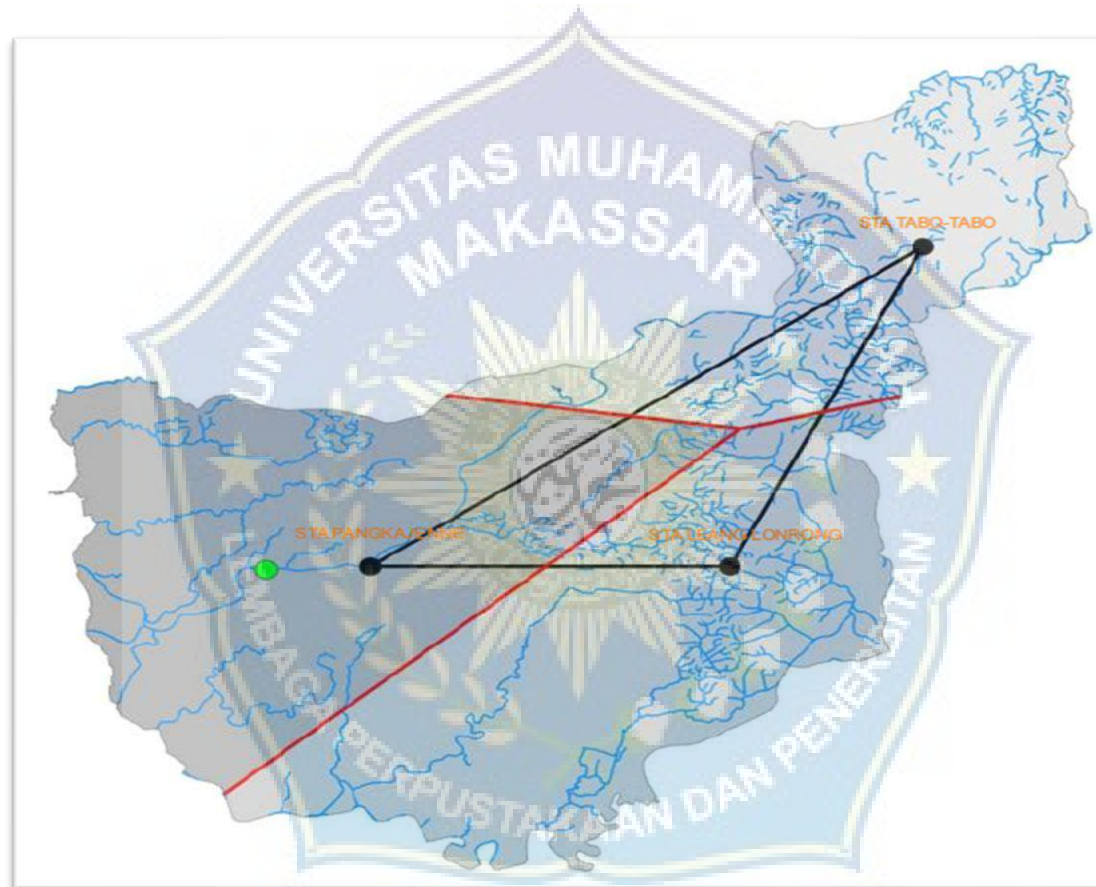
Analisis ini bertujuan untuk dapat mengetahui debit maksimum pada DAS Pangkajene dengan luas DAS 217 km².

1. Perhitungan Curah Hujan Rerata

Analisis hujan rerata daerah yang dicari menggunakan Metode Polygon Thiessen. Metode ini memperhitungkan bobot dari masing – masing stasiun yang mewakili luasan di sekitar. Pada suatu luasan dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili stasiun tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Ada 3 (tiga) stasiun curah hujan yang digunakan yaitu:

- 1) STA Tabo – Tabo (199° 27' 17'' BT - 5° 12' 19'' LS)
- 2) STA Leang Lonrong (119° 35' 47'' BT - 4° 50' 25'' LS)
- 3) STA Pangkajene (119° 32' 41'' BT - 4° 50' 13'' LS)

Berikut gambar Polygon Thiessen pada tiga stasiun DAS Pangkajene:



Gambar 4.1 Polygon Thiessen DAS Pangkajene

Luas DAS yang masuk pengaruh ke tiga stasiun curah hujan di atas dilihat pada table berikut :

Tabel 4. 1 Luas DAS yang masuk pengaruh tiga stasiun curah hujan

No	Nama Stasiun	Luas Pengaruh (Km ²)	(%)	Koefisien Thiessen
1.	STA.Tabo -Tabo	53,24	25	0.2
2.	STA.Leang Lonrong	78	36	0.4
3.	STA. Pangkajene	85,10	39	0.4
Jumlah		217	100	1.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Metode Poligon Thiessen (2013-2022)

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Nama Stasiun			RATA-RATA Thiessen	MAX
			tabo-tabo	leang lonrong	pangkajene		
1	2013	12 Januari	275	0	121	103,40	120,00
		02 januari	0	293	7	120,00	
		12 januari	275	0	121	103,40	
2	2014	08 januari	68	0	6	16,00	55,20
		13 januari	0	126	12	55,20	
		07 januari	70	3	52	36,00	
3	2015	27 januari	77	0	24	25,00	59,20
		04 januari	0	112	32	57,60	
		13 januari	60	3	115	59,20	
4	2016	30 januari	50	0	47	28,80	81,40
		20 januari	33	187	0	81,40	
		13 januari	0	1	187	75,20	
5	2017	27 januari	56	0	164	76,80	76,80
		08 januari	49	82	0	42,60	
		02 januari	42	0	152	69,20	

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Nama Stasiun			RATA-RATA	MAX
			tabo-tabo	leang lonrong	pangkajene	Thiessen	
6	2018	11 januari	49	81	0	42,20	53,80
		02 januari	0	120	0	48,00	
		22 januari	35	0	117	53,80	
7	2019	24 januari	82	14	1	22,40	59,00
		11 januari	43	126	0	59,00	
		26 januari	0	0	92	36,80	
8	2020	11 januari	140	0	32	40,80	99,60
		12 januari	30	141	93	99,60	
		17 januari	18	74	105	75,20	
9	2021	04 januari	112	30	37	49,20	91,60
		02 januari	0	151	78	91,60	
		03 januari	18	31	78	47,20	
10	2022	11 januari	85	36	63	56,60	73,20
		13 januari	10	178	0	73,20	
		18 januari	0	0	107	42,80	
Jumlah						769,80	
Rata- rata						76,98	

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tabel Curah Hujan Metode Poligon Thiessen (2013-2022), Dapat dilihat tanda warna jingga di atas merupakan dimana terjadinya curah hujan yang tinggi dalam setahun.

2. Distribusi Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana (Umum et al., 1998). Menurut *Suripin 2004*, sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada dilakukan terlebih dahulu pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter – parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana. Besarnya derajat dari sebaran variat disekitar nilai rata – ratanya disebut dengan variasi (*variation*) atau dispersi (*dispersion*) dari pada suatu data

sembarang variable hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi. Pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan (*skewness*) atau C_s , koefisien variasi atau C_v , dan pengukuran kepuncakan (*kurtosis*) atau C_k .

Berdasarkan Soemarto 1999 untuk menghitung faktor C_s , C_v dan C_k maka perlu parameter perhitungan faktor yang disajikan dalam bentuk tabel. Untuk parameter yang diuji Parameter Distribusi Statistik biasa pada tabel 4.3 dan uji Distribusi statistik dalam Log dapat dilihat pada tabel 4.4 akan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 3 Parameter Distribusi Statistik biasa

No.	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Xi-Xrt	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3	(Xi-Xrt)^4
1	2011	120,00	43,02	1850,72	79617,99	3425166,00
2	2012	55,20	-21,78	474,37	-10331,74	225025,38
3	2013	59,20	-17,78	316,13	-5620,76	99937,17
4	2014	81,40	4,42	19,54	86,35	381,67
5	2015	76,80	-0,18	0,03	-0,01	0,00
6	2016	53,80	-23,18	537,31	-12454,90	288704,62
7	2017	59,00	-17,98	323,28	-5812,58	104510,22
8	2018	99,60	22,62	511,66	11573,85	261800,46
9	2019	91,60	14,62	213,74	3124,94	45686,67
10	2020	73,20	-3,78	14,29	-54,01	204,16
Jumlah		769,80	0,00	4261,08	60129,13	4451416,33
Rata-Rata (Xrt)		76,98				
Sx		21,76				

Dari tabel di atas dapat dihitung faktor – faktor uji distribusi statistik yaitu sebagai berikut :

➤ Harga Rata – Rata (*Mean*)

$$xrt = \frac{\sum x}{n}$$

$$= \frac{769,80}{10}$$

$$= 76,98 \text{ mm}$$

➤ Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{4261,08}{10-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{4261,08}{9}}$$

$$= 21,75 \text{ mm}$$

➤ Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

$$C_s = \frac{n \times \Sigma(x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$= \frac{10 \times (60129,13)}{(10-1)(10-2)(21,75)^3}$$

$$= \frac{6,775,894}{(9)(8)(10289,109)}$$

$$= \frac{601291,13}{740815,848}$$

$$= 0,81 \text{ mm}$$

➤ Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \times \Sigma(x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 4451416,33}{(10-1)(10-2)(10-3)Sd^4}$$

$$= \frac{100 \times 4451416,33}{(9)(8)(7)(21,75)^4}$$

$$= \frac{445,141,633}{112789216,96}$$

$$= 3,94 \text{ mm}$$

➤ Koefisien Variasi (Cv)

$$\begin{aligned}
 C_v &= \frac{S_d}{x_{rt}} \\
 &= \frac{21,75}{76,98} \\
 &= 0.28
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Log

No.	tahun	Hujan Harian (Xi)	Log Xi	Xi-Xrt	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1	2011	120,00	2,08	0,21	0,0431	0,0089	0,0019
2	2012	55,20	1,74	-0,13	0,0168	-0,0022	0,0003
3	2013	59,20	1,77	-0,10	0,0099	-0,0010	0,0001
4	2014	81,40	1,91	0,04	0,0015	0,0001	0,0000
5	2015	76,80	1,89	0,01	0,0002	0,0000	0,0000
6	2016	53,80	1,73	-0,14	0,0198	-0,0028	0,0004
7	2017	59,00	1,77	-0,10	0,0101	-0,0010	0,0001
8	2018	99,60	2,00	0,13	0,0160	0,0020	0,0003
9	2019	91,60	1,96	0,09	0,0082	0,0007	0,0001
10	2020	73,20	1,86	-0,01	0,0000	0,0000	0,0000
Jumlah			18,72	0,00	0,1257	0,0048	0,0031
Rata-Rata (Xrt)			1,87				
Sx			0,12				

Dari yang tertera di atas dapat dihitung faktor – faktor pengujian distribusi dalam log sebagai berikut :

➤ Harga Rata – Rata (*Mean*)

$$\begin{aligned}
 x_{rt} &= \frac{\sum x}{n} \\
 &= \frac{18,72}{10} \\
 &= 1,87 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

➤ Standar Deviasi (Sd)

$$\begin{aligned}
 Sd &= \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,1257}{10-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,1257}{9}} \\
 &= 0,118 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

➤ Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{n^2 \times \Sigma(x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \\
 &= \frac{10^2 \times (0,0048)}{(10-1)(10-2)(0,118)^3} \\
 &= \frac{0,048}{(9)(8)(0,0013)} \\
 &= \frac{0,048}{0,093} \\
 &= 0,40 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

➤ Koefisien Kurtosis

$$\begin{aligned}
 C_k &= \frac{n^2 \times \Sigma(x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \\
 &= \frac{10^2 \times 0,0031}{(10-1)(10-2)(10-3)Sd^4} \\
 &= \frac{100 \times 0,0031}{(9)(8)(7)(0,0001984)} \\
 &= \frac{0,31}{0,0994} \\
 &= 3,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

➤ Koefisien Variasi (Cv)

$$\begin{aligned}
 C_v &= \frac{S_d}{\bar{X}_{rt}} \\
 &= \frac{0,118}{1,87} \\
 &= 0.06
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Distribusi Statistik

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	Cs = 0	0,81	tidak memenuhi
		Ck = 3	3,94	
3	Gumbel	Cs = 1,1396	0,81	tidak memenuhi
		Ck = 5,4002	3,94	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv = 3	0,19	tidak memenuhi
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 = 5,383	3,06	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	0,40	memenuhi
			3,11	

Berdasarkan dari hasil pengujian statistik pada tabel di atas dapat kita simpulkan bahwa Log Person Type III memenuhi persyaratan dari pengujian distribusi. Sehingga untuk perhitungan analisis distribusi curah hujan rencana menggunakan metode distribusi Log Person Type III.

a. Analisis Distribusi Curah Hujan Rencana

Yang pertama dalam perhitungan distribusi curah hujan rencana dimulai dengan mengurutkan data curah hujan dari yang terkecil ke yang terbesar. Perhitungan distribusi curah hujan rencana kemudian akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan perhitungan sebagai berikut :

Distribusi Log Person Type III

Tabel 4. 6 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Person Type III

No.	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt)^2	(Log Xi - Log Xrt)^3
1	2011	120,00	2,08	0,2076	0,0431	0,0001
2	2012	55,20	1,74	-0,1296	0,0168	0,0000
3	2013	59,20	1,77	-0,0993	0,0099	0,0000
4	2014	81,40	1,91	0,0391	0,0015	0,0000
5	2015	76,80	1,89	0,0138	0,0002	0,0000
6	2016	53,80	1,73	-0,1408	0,0198	0,0000
7	2017	59,00	1,77	-0,1007	0,0101	0,0000
8	2018	99,60	2,00	0,1267	0,0160	0,0000
9	2019	91,60	1,96	0,0903	0,0082	0,0000
10	2020	73,20	1,86	-0,0071	0,0000	0,0000
Jumlah			18,72	0,0000	0,1257	0,0001
Log Xrt			1,87			
S Log Xi			0,12			
Cs			0,40			

Pada pengujian distribusi untuk log telah diperoleh nilai Sd sebesar 0,118 dan yang tertera pada tabel di atas Xrt diperoleh sebesar 1,87 kemudian perhitungan selanjutnya di peroleh nilai dari hasil interpolasi Cs sebesar 0,40. Tabel untuk nilai Cs dapat dilihat pada lampiran (Lampiran 4 Cs).

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{rt} + G + S \text{ Log } X_i$$

$$= 1,87 + -0,063 \times 0,118$$

$$= 1,86$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t}$$

$$= 10^{1,86}$$

= 72,44 mm

Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribus Log Person Type III

No.	Periode Ulang	Log Xrt	G	S Log Xi	Log Xt	Xt
1	2	1,87	-0,063	0,12	1,86	73,14
2	5	1,87	0,839	0,12	1,97	93,48
3	10	1,87	1,344	0,12	2,03	107,24
4	20	1,87	1,810	0,12	2,09	121,77
5	25	1,87	1,904	0,12	2,10	124,90
6	50	1,87	2,285	0,12	2,14	138,54
7	100	1,87	2,633	0,12	2,18	152,30
8	200	1,87	2,950	0,12	2,22	166,01

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Distribusi Log Person Type III

No	Kata Ulang	Distribusi Log Pearson III
	(tahun)	(mm)
1	5	93,48
2	10	107,24
3	20	121,77
4	50	138,54
5	100	152,30
6	200	166,01

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana metode Log Person Type III dapat dilihat dari tabel di atas, nilai Xt di peroleh setiap kala ulang. Kala ulang 2 tahun sebesar 73,14 mm, 5 tahun sebesar 93,48 mm, 10 tahun sebesar 107,24 mm, 20 tahun sebesar 121,77 mm, 25 tahun sebesar 124,90 mm, 50 tahun sebesar 138,54 mm, 100 tahun sebesar 152,30 mm dan 200 tahun sebesar 166,01 mm.

b. Analisis intensitas Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan debit banjir rencana (*design flood*), perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini didapat dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. (Umum *et al.*, 1998)

Untuk hasil distribusi curah hujan rencana diperoleh distribusi yang mewakili adalah distribusi Log Person Type III dengan data sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rencana

No	Kata Ulang	Distribusi Log Pearson III
	(tahun)	(mm)
1	5	93,48
2	10	107,24
3	20	121,77
4	50	138,54
5	100	152,30
6	200	166,01

3. Distribusi Hujan Jam – jaman

Tabel 4. 10 Perhitungan Hujan Rata

No	t (jam)	(%)	Rt
A	1	0,5500	0,55
B	2	0,143	0,143
C	3	0,1	0,1
D	4	0,08	0,08
E	5	0,067	0,067
F	6	0,058	0,058

Tabel 4. 11 Perhitungan Hujan Netto

Kala	Curah Hujan	Koef.	Hujan Netto
Ulang	Rancangan	Pengaliran	Rn
(Tahun)	(mm)	(C)	(mm)
5	93,479	0,70	65,435
10	107,243	0,70	75,070
20	121,767	0,70	85,237
25	124,900	0,70	87,430
50	138,541	0,70	96,979
100	152,299	0,70	106,609
200	166,014	0,70	116,210

Tabel 4. 12 Perhitungan Hujan Netto Jam – jaman

T(jam)	Rt(%)	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)						
		5	10	20	25	50	100	200
		65,435	75,070	85,237	87,430	96,979	106,609	116,210
Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt								
1	55,032%	36,010	41,313	46,908	48,115	53,370	58,669	63,953
2	14,304%	9,360	10,738	12,192	12,506	13,872	15,249	16,623
3	10,034%	6,566	7,532	8,553	8,773	9,731	10,697	11,660
4	7,988%	5,227	5,997	6,809	6,984	7,747	8,516	9,283
5	6,746%	4,414	5,064	5,750	5,898	6,542	7,191	7,839
6	5,896%	3,858	4,426	5,026	5,155	5,718	6,286	6,852

4. Perhitungan Debit Maksimum HSS Nakayasu

Data – data yang diketahui adalah sebagai berikut :

$$\text{Luas DAS} = 218 \text{ Km}^2$$

$$\text{Panjang Saluran} = 5.50 \text{ Km}$$

$$a = 9.34$$

$$R_o = 1.00 \text{ mm}$$

$$c = 0.70$$

Untuk perhitungan dilakukan dengan cara :

Untuk $L < 15 \text{ Km}$

- a) Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir T_g ($L < 15 \text{ km}$)

$$T_g = 0.21 + 0.058 \times L$$

$$T_g = 0.21 + 0.058 \times 3.500$$

$$T_g = 0.735 \text{ jam}$$

- b) Waktu hujan (T_r)

$$T_r = 0.55 \times T_g$$

$$T_r = 0.55 \times 0.735$$

$$T_r = 0.37 \text{ jam}$$

- c) Waktu mencapai puncak (T_p)

$$T_p = T_g + (0.8 \times T_r)$$

$$T_p = 0.74 + (0.8 \times 0.37)$$

$$T_p = 1.03 \text{ jam}$$

$$\triangleright T_{0.3} = a \times T_g$$

$$= 9.68 \times 0.735$$

$$= 7.11 \text{ jam}$$

$$\triangleright T_p + T_{0.3} = 1.03 + 7.11$$

$$= 8.14 \text{ jam}$$

$$\triangleright 1.5 T_{0.3} = 1.50 \times 7.11$$

$$= 10.67 \text{ jam}$$

$$\triangleright T_p + 1.5 T_{0.3} = 1.03 + 10.67$$

$$= 11.70 \text{ jam}$$

$$\triangleright T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3} = 1.03 + 7.11 + 10.67$$

$$= 18.81 \text{ jam}$$

$$\triangleright 0.5 T_{0.3} = 0.5 \times 7.11$$

$$= 3.56 \text{ jam}$$

$$\triangleright 2 T_{0.3} = 2 \times 7.11$$

$$= 14.22 \text{ jam}$$

$$\triangleright Q_p = \frac{C \times R_o \times A}{3.6(0.3 \times T_p + T_{0.3})}$$

$$= \frac{0.7 \times 1 \times 218}{3.6(0.3 \times 1.03 + 7.11)}$$

$$= \frac{152.60}{26.71}$$

$$= 5.71 \text{ m}^3/\text{det}$$

d) Persamaan hidrograf satuannya adalah sebagai berikut :

Rumus waktu naik :

$$Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4}$$

Rumus waktu turun 1 :

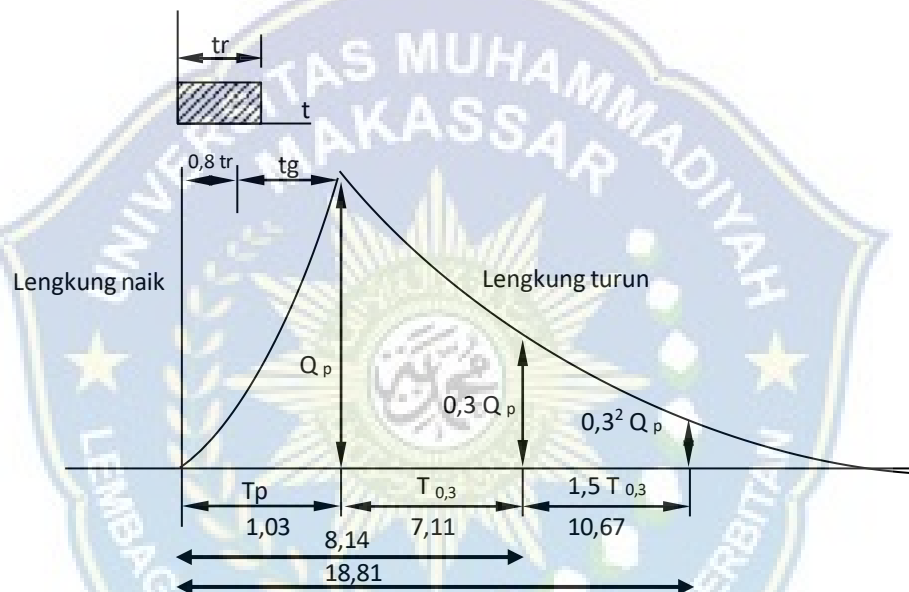
$$Qt = Q_{max} \times 0.3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0.3}} \right)$$

Rumus waktu turun 2 :

$$Qt = Q_{max} \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 0.5 T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}} \right)$$

Rumus waktu turun 3 :

$$Qt = Q_{max} \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 1.5 T_{0.3}}{2 T_{0.3}} \right)$$



Gambar 4. 2 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 13 Perhitungan HSS Nakayasu

t (jam)	Q m ³ /dtk	Keterangan
0	0,000	Q naik
1	5,334	
1,03	5,713	
2	4,847	Q Turun 1
3	4,092	
4	3,455	
5	2,917	
6	2,462	

t (jam)	Q m ³ /dtk	Keterangan	
7	2,079	Q turun 2	
8	1,755		
8,14	1,714		
9	1,555		
10	1,389		
11	1,241		
12	1,109		
13	0,990		
14	0,885		
15	0,790		
16	0,706		
17	0,630		
18	0,563		
18,81	0,514		
19	0,506		Q Turun 3
20	0,465		
21	0,427		
22	0,392		
23	0,361		
24	0,331		
25	0,304		
26	0,280		
27	0,257		
28	0,236		
29	0,217		
30	0,199		
31	0,183		
32	0,168		
33	0,155		
34	0,142		
35	0,131		
36	0,120		
37	0,110		
38	0,101		

Tabel 4. 14 Perhitungan Hujan Jam-jaman

t	Rt	Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)					
		5	10	20	50	100	200
		65,435	108,774	124,487	135,428	145,761	155,673
(Jam)	(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt					
1	55,032%	36,010	59,861	68,508	74,529	80,215	85,670
2	14,304%	9,360	15,559	17,807	19,372	20,850	22,267
3	10,034%	6,566	10,914	12,491	13,589	14,626	15,620
4	7,988%	5,227	8,689	9,944	10,818	11,643	12,435
5	6,746%	4,414	7,337	8,397	9,135	9,832	10,501
6	5,896%	3,858	6,414	7,340	7,985	8,595	9,179

Pada tabel perhitungan hujan jam-jaman diperoleh nilai Rt dan Rn kemudian hasil tabel perhitungan hujan jam-jaman dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

Perhitungan curah hujan efektif jam-jam

➤ Kala ulang 5 tahun

Dik:

$$R_t = 55,032\%$$

$$R_n = 65,435$$

Perhitungan:

$$(R_n \times R_t)$$

$$= 65,435 \times 55,032\% = 36,010$$

➤ Kala ulang 10 tahun

Dik :

$$R_t = 55,032\%$$

$$R_n = 108,774$$

Perhitungan:

$$(R_n \times R_t)$$

$$= 108,774 \times 55,032\% = 59,861$$

➤ Kala ulang 20 tahun

Dik :

$$R_t = 55,032\%$$

$$R_n = 124,487$$

Perhitungan:

$$(R_n \times R_t)$$

$$= 124,487 \times 55,032\% = 68,508$$

➤ Kala ulang 50 tahun

Dik :

$$R_t = 55,032\%$$

$$R_n = 135,428$$

Perhitungan:

$$(R_n \times R_t)$$

$$= 135,428 \times 55,032\% = 74,529$$

➤ Kala ulang 100 tahun

Dik :

$$R_t = 55,032\%$$

$$R_n = 145,761$$

Perhitungan:

$$(R_n \times R_t)$$

$$= 145,761 \times 55,032\% = 145,761$$

➤ Kala ulang 200 tahun

Dik :

$$R_t = 55,032\%$$

$$R_n = 155,673$$

Perhitungan:

$$(R_n \times R_t) = 155,673 \times 55,032\% = 145,761$$

➤ Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 5 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 9,360 \quad R5 = 4,414$$

$$Qt = \text{m}^3/\text{jam} \quad R3 = 6,556 \quad R6 = 3,858$$

$$R1 = 36,010 \quad R4 = 5,227$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Qt \times R1) + (Qt \times R2) + (Qt \times R3) + (Qt \times R4) + (Qt \times R5) + (Qt \times R6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 15 Debit Rencana Kala Ulang 5 Tahun

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m ³ /jam	36,010	9,360	6,556	5,227	4,414	3,858	m ³ /jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	192,08	49,93					242,01
1,03	5,71	205,72	53,47	37,45				296,65
2	4,85	174,54	45,37	31,78	25,33			277,01
3	4,09	147,35	38,30	26,83	21,39	18,06		251,93
4	3,45	124,40	32,34	22,65	18,06	15,25	13,33	226,02
5	2,92	105,03	27,30	19,12	15,24	12,87	11,25	190,82
6	2,46	88,67	23,05	16,14	12,87	10,87	9,50	161,10
7	2,08	74,86	19,46	13,63	10,87	9,18	8,02	136,01
8	1,76	63,20	16,43	11,51	9,17	7,75	6,77	114,82
8,14	1,71	61,72	16,04	11,24	8,96	7,57	6,61	112,13
9	1,56	56,01	14,56	10,20	8,13	6,87	6,00	101,76
10	1,39	50,03	13,00	9,11	7,26	6,13	5,36	90,90
11	1,24	44,69	11,62	8,14	6,49	5,48	4,79	81,20
12	1,11	39,92	10,38	7,27	5,79	4,89	4,28	72,53
13	0,99	35,66	9,27	6,49	5,18	4,37	3,82	64,79
14	0,88	31,85	8,28	5,80	4,62	3,90	3,41	57,87
15	0,79	28,45	7,40	5,18	4,13	3,49	3,05	51,70
16	0,71	25,42	6,61	4,63	3,69	3,12	2,72	46,18
17	0,63	22,70	5,90	4,13	3,30	2,78	2,43	41,25
18	0,56	20,28	5,27	3,69	2,94	2,49	2,17	36,85
18,81	0,51	18,52	4,81	3,37	2,69	2,27	1,98	33,64
19	0,51	18,21	4,73	3,32	2,64	2,23	1,95	33,09

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	36,010	9,360	6,556	5,227	4,414	3,858	m3/jam
20	0,46	16,74	4,35	3,05	2,43	2,05	1,79	30,41
21	0,43	15,38	4,00	2,80	2,23	1,88	1,65	27,94
22	0,39	14,13	3,67	2,57	2,05	1,73	1,51	25,67
23	0,36	12,98	3,37	2,36	1,88	1,59	1,39	23,59
24	0,33	11,93	3,10	2,17	1,73	1,46	1,28	21,67
25	0,30	10,96	2,85	2,00	1,59	1,34	1,17	19,91
26	0,28	10,07	2,62	1,83	1,46	1,23	1,08	18,30
27	0,26	9,25	2,41	1,68	1,34	1,13	0,99	16,81
28	0,24	8,50	2,21	1,55	1,23	1,04	0,91	15,45
29	0,22	7,81	2,03	1,42	1,13	0,96	0,84	14,19
30	0,20	7,18	1,87	1,31	1,04	0,88	0,77	13,04
31	0,18	6,60	1,71	1,20	0,96	0,81	0,71	11,98
32	0,17	6,06	1,58	1,10	0,88	0,74	0,65	11,01
33	0,15	5,57	1,45	1,01	0,81	0,68	0,60	10,12
34	0,14	5,12	1,33	0,93	0,74	0,63	0,55	9,30
35	0,13	4,70	1,22	0,86	0,68	0,58	0,50	8,54
36	0,12	4,32	1,12	0,79	0,63	0,53	0,46	7,85
37	0,11	3,97	1,03	0,72	0,58	0,49	0,43	7,21
38	0,10	3,65	0,95	0,66	0,53	0,45	0,39	6,63
								296,65

➤ Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 10 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 10,738 \quad R5 = 5,064$$

$$Qt = \text{m3/jam} \quad R3 = 7,532 \quad R6 = 4,426$$

$$R1 = 41,313 \quad R4 = 5,997$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Qt \times R1) + (Qt \times R2) + (Qt \times R3) + (Qt \times R4) + (Qt \times R5) + (Qt \times R6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 16 Debit Rencana Kala Ulang 10 Tahun

t	Qt	Distribusi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	41,313	10,738	7,532	5,997	5,064	4,426	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	220,37	57,28					277,65

➤ Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 20 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 12,192 \quad R5 = 5,750$$

$$Qt = \text{m}^3/\text{jam} \quad R3 = 8,553 \quad R6 =$$

$$R1 = 46,908 \quad R4 = 6,809$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Qt \times R1) + (Qt \times R2) + (Qt \times R3) + (Qt \times R4) + (Qt \times R5) + (Qt \times R6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 17 Tabel Debit Kala Ulang 20 Tahun

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m ³ /jam	46,908	12,192	8,553	6,809	5,750	5,026	m ³ /jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	250,21	65,03					315,25
1,03	5,71	267,98	69,65	48,86				386,50
2	4,85	227,36	59,09	41,46	33,00			360,91
3	4,09	191,95	49,89	35,00	27,86	23,53		328,22
4	3,45	162,05	42,12	29,55	23,52	19,86	17,36	294,47
5	2,92	136,81	35,56	24,95	19,86	16,77	14,66	248,60
6	2,46	115,50	30,02	21,06	16,77	14,16	12,38	209,88
7	2,08	97,51	25,34	17,78	14,15	11,95	10,45	177,19
8	1,76	82,32	21,40	15,01	11,95	10,09	8,82	149,59
8,14	1,71	80,39	20,90	14,66	11,67	9,85	8,61	146,09
9	1,56	72,96	18,96	13,30	10,59	8,94	7,82	132,58
10	1,39	65,17	16,94	11,88	9,46	7,99	6,98	118,42
11	1,24	58,22	15,13	10,61	8,45	7,14	6,24	105,78
12	1,11	52,00	13,52	9,48	7,55	6,37	5,57	94,49
13	0,99	46,45	12,07	8,47	6,74	5,69	4,98	84,41
14	0,88	41,49	10,78	7,57	6,02	5,09	4,45	75,40
15	0,79	37,06	9,63	6,76	5,38	4,54	3,97	67,35
16	0,71	33,11	8,61	6,04	4,81	4,06	3,55	60,16
17	0,63	29,57	7,69	5,39	4,29	3,63	3,17	53,74
18	0,56	26,42	6,87	4,82	3,83	3,24	2,83	48,00
18,81	0,51	24,12	6,27	4,40	3,50	2,96	2,58	43,83
19	0,51	23,73	6,17	4,33	3,44	2,91	2,54	43,12
20	0,46	21,80	5,67	3,98	3,16	2,67	2,34	39,62
21	0,43	20,03	5,21	3,65	2,91	2,46	2,15	36,40

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	46,908	12,192	8,553	6,809	5,750	5,026	m3/jam
22	0,39	18,41	4,78	3,36	2,67	2,26	1,97	33,45
23	0,36	16,91	4,40	3,08	2,45	2,07	1,81	30,73
24	0,33	15,54	4,04	2,83	2,26	1,90	1,66	28,24
25	0,30	14,28	3,71	2,60	2,07	1,75	1,53	25,94
26	0,28	13,12	3,41	2,39	1,90	1,61	1,41	23,84
27	0,26	12,05	3,13	2,20	1,75	1,48	1,29	21,90
28	0,24	11,08	2,88	2,02	1,61	1,36	1,19	20,13
29	0,22	10,18	2,64	1,86	1,48	1,25	1,09	18,49
30	0,20	9,35	2,43	1,70	1,36	1,15	1,00	16,99
31	0,18	8,59	2,23	1,57	1,25	1,05	0,92	15,61
32	0,17	7,89	2,05	1,44	1,15	0,97	0,85	14,34
33	0,15	7,25	1,89	1,32	1,05	0,89	0,78	13,18
34	0,14	6,66	1,73	1,22	0,97	0,82	0,71	12,11
35	0,13	6,12	1,59	1,12	0,89	0,75	0,66	11,13
36	0,12	5,63	1,46	1,03	0,82	0,69	0,60	10,22
37	0,11	5,17	1,34	0,94	0,75	0,63	0,55	9,39
38	0,10	4,75	1,23	0,87	0,69	0,58	0,51	8,63
								386,496

➤ Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 25 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 12,506 \quad R5 = 5,898$$

$$Qt = \text{m3/jam} \quad R3 = 8,773 \quad R6 = 5,155$$

$$R1 = 48,115 \quad R4 = 6,984$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Qt \times R1) + (Qt \times R2) + (Qt \times R3) + (Qt \times R4) + (Qt \times R5) + (Qt \times R6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 18 Debit Rencana Kala Ulang 25 Tahun

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	48,115	12,506	8,773	6,984	5,898	5,155	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	256,65	66,71					323,36
1,03	5,71	274,88	71,45	50,12				396,44
2	4,85	233,21	60,61	42,52	33,85			370,19
3	4,09	196,88	51,17	35,90	28,58	24,13		336,67
4	3,45	166,22	43,20	30,31	24,13	20,38	17,81	302,04
5	2,92	140,33	36,47	25,59	20,37	17,20	15,03	255,00
6	2,46	118,47	30,79	21,60	17,20	14,52	12,69	215,28
7	2,08	100,02	26,00	18,24	14,52	12,26	10,72	181,75
8	1,76	84,44	21,95	15,40	12,26	10,35	9,05	153,44
8,14	1,71	82,46	21,43	15,04	11,97	10,11	8,84	149,85
9	1,56	74,84	19,45	13,65	10,86	9,17	8,02	135,99
10	1,39	66,85	17,38	12,19	9,70	8,19	7,16	121,47
11	1,24	59,71	15,52	10,89	8,67	7,32	6,40	108,51
12	1,11	53,34	13,86	9,73	7,74	6,54	5,71	96,92
13	0,99	47,65	12,38	8,69	6,92	5,84	5,10	86,58
14	0,88	42,56	11,06	7,76	6,18	5,22	4,56	77,34
15	0,79	38,02	9,88	6,93	5,52	4,66	4,07	69,08
16	0,71	33,96	8,83	6,19	4,93	4,16	3,64	61,71
17	0,63	30,34	7,88	5,53	4,40	3,72	3,25	55,12
18	0,56	27,10	7,04	4,94	3,93	3,32	2,90	49,24
18,81	0,51	24,74	6,43	4,51	3,59	3,03	2,65	44,95
19	0,51	24,34	6,33	4,44	3,53	2,98	2,61	44,22
20	0,46	22,36	5,81	4,08	3,25	2,74	2,40	40,63
21	0,43	20,55	5,34	3,75	2,98	2,52	2,20	37,34
22	0,39	18,88	4,91	3,44	2,74	2,31	2,02	34,31
23	0,36	17,35	4,51	3,16	2,52	2,13	1,86	31,52
24	0,33	15,94	4,14	2,91	2,31	1,95	1,71	28,96
25	0,30	14,65	3,81	2,67	2,13	1,80	1,57	26,61
26	0,28	13,46	3,50	2,45	1,95	1,65	1,44	24,45
27	0,26	12,36	3,21	2,25	1,79	1,52	1,32	22,47
28	0,24	11,36	2,95	2,07	1,65	1,39	1,22	20,64
29	0,22	10,44	2,71	1,90	1,52	1,28	1,12	18,97
30	0,20	9,59	2,49	1,75	1,39	1,18	1,03	17,43
31	0,18	8,81	2,29	1,61	1,28	1,08	0,94	16,01
32	0,17	8,10	2,10	1,48	1,18	0,99	0,87	14,71

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	48,115	12,506	8,773	6,984	5,898	5,155	m3/jam
33	0,15	7,44	1,93	1,36	1,08	0,91	0,80	13,52
34	0,14	6,84	1,78	1,25	0,99	0,84	0,73	12,42
35	0,13	6,28	1,63	1,15	0,91	0,77	0,67	11,41
36	0,12	5,77	1,50	1,05	0,84	0,71	0,62	10,49
37	0,11	5,30	1,38	0,97	0,77	0,65	0,57	9,64
38	0,10	4,87	1,27	0,89	0,71	0,60	0,52	8,85
								396,443

Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 50 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 13,872 \quad R5 = 6,542$$

$$Qt = \text{m3/jam} \quad R3 = 9,731 \quad R6 = 5,718$$

$$R1 = 50,370 \quad R4 = 7,747$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Qt \times R1) + (Qt \times R2) + (Qt \times R3) + (Qt \times R4) + (Qt \times R5) + (Qt \times R6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 19 Debit Rencana Kala Ulang 50 Tahun

t	Qt	Distribusi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	53,370	13,872	9,310	7,747	6,542	5,718	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	284,68	73,99					358,68
1,03	5,71	304,90	79,25	53,19				437,34
2	4,85	258,68	67,24	45,12	37,55			408,59
3	4,09	218,39	56,76	38,10	31,70	26,77		371,72
4	3,45	184,37	47,92	32,16	26,76	22,60	19,75	333,58
5	2,92	155,66	40,46	27,15	22,59	19,08	16,68	281,62
6	2,46	131,41	34,16	22,92	19,08	16,11	14,08	237,76
7	2,08	110,95	28,84	19,35	16,10	13,60	11,89	200,73
8	1,76	93,67	24,35	16,34	13,60	11,48	10,04	169,46
8,14	1,71	91,47	23,77	15,96	13,28	11,21	9,80	165,49
9	1,56	83,01	21,58	14,48	12,05	10,18	8,89	150,18
10	1,39	74,15	19,27	12,93	10,76	9,09	7,94	134,15
11	1,24	66,23	17,22	11,55	9,61	8,12	7,10	119,83
12	1,11	59,17	15,38	10,32	8,59	7,25	6,34	107,04

t	Qt	Distribusi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	53,370	13,872	9,310	7,747	6,542	5,718	m3/jam
13	0,99	52,85	13,74	9,22	7,67	6,48	5,66	95,62
14	0,88	47,21	12,27	8,24	6,85	5,79	5,06	85,41
15	0,79	42,17	10,96	7,36	6,12	5,17	4,52	76,30
16	0,71	37,67	9,79	6,57	5,47	4,62	4,04	68,15
17	0,63	33,65	8,75	5,87	4,88	4,12	3,61	60,88
18	0,56	30,06	7,81	5,24	4,36	3,68	3,22	54,38
18,81	0,51	27,44	7,13	4,79	3,98	3,36	2,94	49,65
19	0,51	27,00	7,02	4,71	3,92	3,31	2,89	48,84
20	0,46	24,80	6,45	4,33	3,60	3,04	2,66	44,88
21	0,43	22,79	5,92	3,98	3,31	2,79	2,44	41,23
22	0,39	20,94	5,44	3,65	3,04	2,57	2,24	37,89
23	0,36	19,24	5,00	3,36	2,79	2,36	2,06	34,81
24	0,33	17,68	4,60	3,08	2,57	2,17	1,89	31,99
25	0,30	16,24	4,22	2,83	2,36	1,99	1,74	29,39
26	0,28	14,93	3,88	2,60	2,17	1,83	1,60	27,00
27	0,26	13,71	3,56	2,39	1,99	1,68	1,47	24,81
28	0,24	12,60	3,28	2,20	1,83	1,54	1,35	22,80
29	0,22	11,58	3,01	2,02	1,68	1,42	1,24	20,95
30	0,20	10,64	2,77	1,86	1,54	1,30	1,14	19,25
31	0,18	9,78	2,54	1,71	1,42	1,20	1,05	17,69
32	0,17	8,98	2,33	1,57	1,30	1,10	0,96	16,25
33	0,15	8,25	2,15	1,44	1,20	1,01	0,88	14,93
34	0,14	7,58	1,97	1,32	1,10	0,93	0,81	13,72
35	0,13	6,97	1,81	1,22	1,01	0,85	0,75	12,61
36	0,12	6,40	1,66	1,12	0,93	0,78	0,69	11,58
37	0,11	5,88	1,53	1,03	0,85	0,72	0,63	10,64
38	0,10	5,40	1,40	0,94	0,78	0,66	0,58	9,78
								437,336

➤ Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 100 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 15,249 \quad R5 = 7,191$$

$$Qt = \text{m3/jam} \quad R3 = 10,697 \quad R6 = 6,286$$

$$R1 = 58,669 \quad R4 = 8,516$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Q_t \times R_1) + (Q_t \times R_2) + (Q_t \times R_3) + (Q_t \times R_4) + (Q_t \times R_5) + (Q_t \times R_6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 20 Debit Rencana Kala Ulang 100 Tahun

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	58,669	15,249	10,697	8,516	7,191	6,286	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	312,95	81,34					394,29
1,03	5,71	335,17	87,12	61,11				483,40
2	4,85	284,36	73,91	51,85	41,28			451,39
3	4,09	240,07	62,40	43,77	34,85	29,43		410,51
4	3,45	202,68	52,68	36,95	29,42	24,84	21,72	368,29
5	2,92	171,11	44,47	31,20	24,84	20,97	18,33	310,93
6	2,46	144,46	37,55	26,34	20,97	17,71	15,48	262,50
7	2,08	121,96	31,70	22,24	17,70	14,95	13,07	221,62
8	1,76	102,97	26,76	18,77	14,95	12,62	11,03	187,10
8,14	1,71	100,55	26,13	18,33	14,60	12,32	10,77	182,71
9	1,56	91,25	23,72	16,64	13,25	11,18	9,78	165,81
10	1,39	81,51	21,19	14,86	11,83	9,99	8,73	148,11
11	1,24	72,81	18,92	13,28	10,57	8,92	7,80	132,31
12	1,11	65,04	16,90	11,86	9,44	7,97	6,97	118,18
13	0,99	58,10	15,10	10,59	8,43	7,12	6,22	105,57
14	0,88	51,90	13,49	9,46	7,53	6,36	5,56	94,30
15	0,79	46,36	12,05	8,45	6,73	5,68	4,97	84,24
16	0,71	41,41	10,76	7,55	6,01	5,08	4,44	75,25
17	0,63	36,99	9,61	6,74	5,37	4,53	3,96	67,21
18	0,56	33,04	8,59	6,02	4,80	4,05	3,54	60,04
18,81	0,51	30,17	7,84	5,50	4,38	3,70	3,23	54,81
19	0,51	29,68	7,71	5,41	4,31	3,64	3,18	53,92
20	0,46	27,27	7,09	4,97	3,96	3,34	2,92	49,55
21	0,43	25,05	6,51	4,57	3,64	3,07	2,68	45,53
22	0,39	23,02	5,98	4,20	3,34	2,82	2,47	41,83
23	0,36	21,15	5,50	3,86	3,07	2,59	2,27	38,44
24	0,33	19,43	5,05	3,54	2,82	2,38	2,08	35,32
25	0,30	17,86	4,64	3,26	2,59	2,19	1,91	32,45
26	0,28	16,41	4,26	2,99	2,38	2,01	1,76	29,81
27	0,26	15,08	3,92	2,75	2,19	1,85	1,62	27,39
28	0,24	13,85	3,60	2,53	2,01	1,70	1,48	25,17
29	0,22	12,73	3,31	2,32	1,85	1,56	1,36	23,13

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	58,669	15,249	10,697	8,516	7,191	6,286	m3/jam
30	0,20	11,69	3,04	2,13	1,70	1,43	1,25	21,25
31	0,18	10,75	2,79	1,96	1,56	1,32	1,15	19,53
32	0,17	9,87	2,57	1,80	1,43	1,21	1,06	17,94
33	0,15	9,07	2,36	1,65	1,32	1,11	0,97	16,48
34	0,14	8,34	2,17	1,52	1,21	1,02	0,89	15,15
35	0,13	7,66	1,99	1,40	1,11	0,94	0,82	13,92
36	0,12	7,04	1,83	1,28	1,02	0,86	0,75	12,79
37	0,11	6,47	1,68	1,18	0,94	0,79	0,69	11,75
38	0,10	5,94	1,54	1,08	0,86	0,73	0,64	10,80
								483,399

➤ Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 200 Tahun

Diketahui:

$$t = \text{jam} \quad R2 = 16,623 \quad R5 = 7,839$$

$$Qt = \text{m3/jam} \quad R3 = 11,660 \quad R6 = 6,852$$

$$R1 = 63,953 \quad R4 = 9,283$$

Cara Perhitungan :

$$t = (Qt \times R1) + (Qt \times R2) + (Qt \times R3) + (Qt \times R4) + (Qt \times R5) + (Qt \times R6)$$

$$= Q \text{ Total}$$

Tabel 4. 21 Debit Rancangan Kala Ulang 200 Tahun

t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	63,953	16,623	11,660	9,283	7,839	6,852	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	341,13	88,67					429,80
1,03	5,71	365,36	94,97	66,61				526,94
2	4,85	309,97	80,57	56,51	44,99			492,05
3	4,09	261,69	68,02	47,71	37,99	32,08		447,49
4	3,45	220,93	57,43	40,28	32,07	27,08	23,67	401,46
5	2,92	186,52	48,48	34,01	27,07	22,86	19,98	338,93
6	2,46	157,47	40,93	28,71	22,86	19,30	16,87	286,14
7	2,08	132,95	34,56	24,24	19,30	16,30	14,24	241,58
8	1,76	112,24	29,17	20,46	16,29	13,76	12,03	203,95
8,14	1,71	109,61	28,49	19,98	15,91	13,44	11,74	199,17
9	1,56	99,47	25,85	18,14	14,44	12,19	10,66	180,75

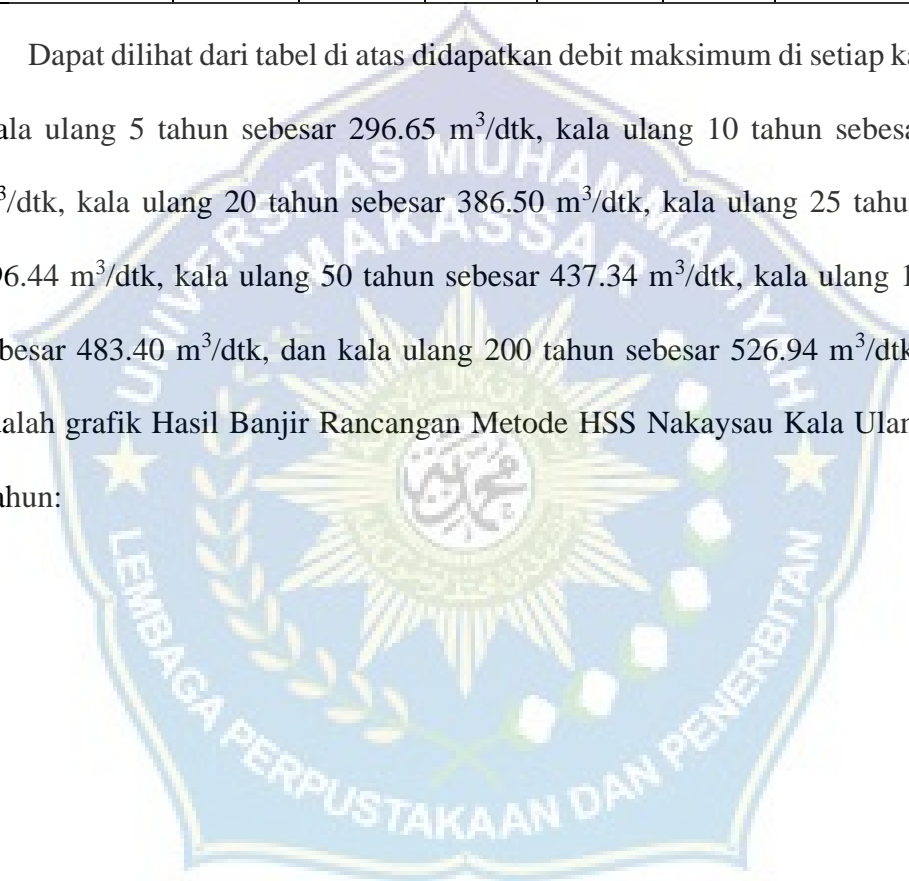
t	Qt	Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	63,953	16,623	11,660	9,283	7,839	6,852	m3/jam
10	1,39	88,85	23,10	16,20	12,90	10,89	9,52	161,46
11	1,24	79,37	20,63	14,47	11,52	9,73	8,50	144,22
12	1,11	70,90	18,43	12,93	10,29	8,69	7,60	128,83
13	0,99	63,33	16,46	11,55	9,19	7,76	6,79	115,08
14	0,88	56,57	14,70	10,31	8,21	6,93	6,06	102,80
15	0,79	50,53	13,13	9,21	7,33	6,19	5,41	91,82
16	0,71	45,14	11,73	8,23	6,55	5,53	4,84	82,02
17	0,63	40,32	10,48	7,35	5,85	4,94	4,32	73,27
18	0,56	36,02	9,36	6,57	5,23	4,41	3,86	65,45
18,81	0,51	32,88	8,55	6,00	4,77	4,03	3,52	59,75
19	0,51	32,35	8,41	5,90	4,70	3,97	3,47	58,78
20	0,46	29,72	7,73	5,42	4,31	3,64	3,18	54,01
21	0,43	27,31	7,10	4,98	3,96	3,35	2,93	49,63
22	0,39	25,09	6,52	4,58	3,64	3,08	2,69	45,60
23	0,36	23,06	5,99	4,20	3,35	2,83	2,47	41,90
24	0,33	21,19	5,51	3,86	3,08	2,60	2,27	38,50
25	0,30	19,47	5,06	3,55	2,83	2,39	2,09	35,37
26	0,28	17,89	4,65	3,26	2,60	2,19	1,92	32,50
27	0,26	16,43	4,27	3,00	2,39	2,01	1,76	29,86
28	0,24	15,10	3,92	2,75	2,19	1,85	1,62	27,44
29	0,22	13,87	3,61	2,53	2,01	1,70	1,49	25,21
30	0,20	12,75	3,31	2,32	1,85	1,56	1,37	23,16
31	0,18	11,71	3,04	2,14	1,70	1,44	1,25	21,28
32	0,17	10,76	2,80	1,96	1,56	1,32	1,15	19,56
33	0,15	9,89	2,57	1,80	1,44	1,21	1,06	17,97
34	0,14	9,09	2,36	1,66	1,32	1,11	0,97	16,51
35	0,13	8,35	2,17	1,52	1,21	1,02	0,89	15,17
36	0,12	7,67	1,99	1,40	1,11	0,94	0,82	13,94
37	0,11	7,05	1,83	1,29	1,02	0,86	0,76	12,81
38	0,10	6,48	1,68	1,18	0,94	0,79	0,69	11,77
								526,937

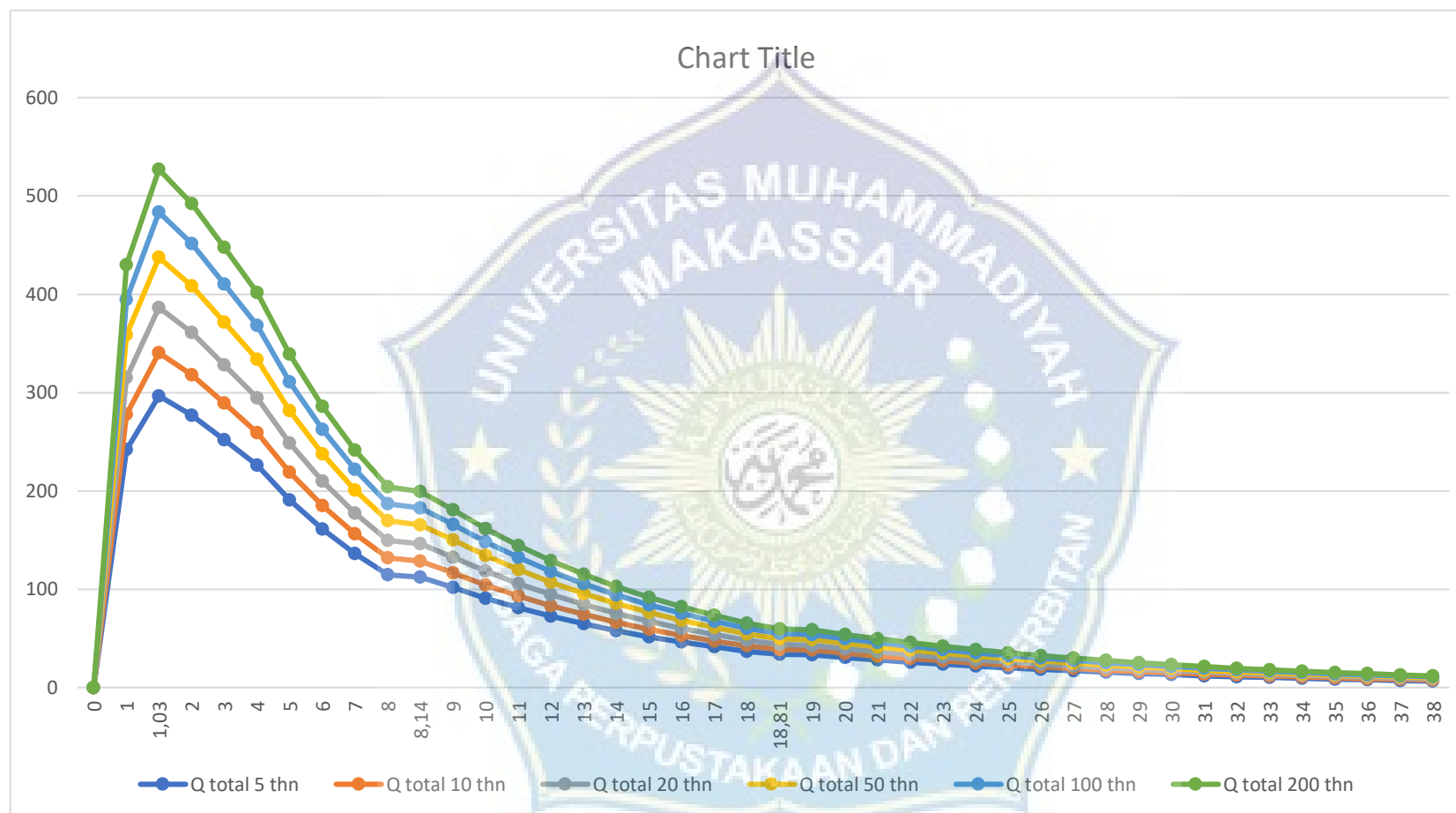
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rencana Metode Nakayasu Kala UlangSemua Tahun

t	Qt	Q total						
		5 thn	10 thn	20 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	5,33	242,01	277,65	315,25	323,36	358,68	394,29	429,80
1,03	5,71	296,65	340,39	386,50	396,44	437,34	483,40	526,94
2	4,85	277,01	317,86	360,91	370,19	408,59	451,39	492,05
3	4,09	251,93	289,07	328,22	336,67	371,72	410,51	447,49
4	3,45	226,02	259,34	294,47	302,04	333,58	368,29	401,46
5	2,92	190,82	218,95	248,60	255,00	281,62	310,93	338,93
6	2,46	161,10	184,85	209,88	215,28	237,76	262,50	286,14
7	2,08	136,01	156,06	177,19	181,75	200,73	221,62	241,58
8	1,76	114,82	131,75	149,59	153,44	169,46	187,10	203,95
8,14	1,71	112,13	128,66	146,09	149,85	165,49	182,71	199,17
9	1,56	101,76	116,76	132,58	135,99	150,18	165,81	180,75
10	1,39	90,90	104,30	118,42	121,47	134,15	148,11	161,46
11	1,24	81,20	93,17	105,78	108,51	119,83	132,31	144,22
12	1,11	72,53	83,22	94,49	96,92	107,04	118,18	128,83
13	0,99	64,79	74,34	84,41	86,58	95,62	105,57	115,08
14	0,88	57,87	66,40	75,40	77,34	85,41	94,30	102,80
15	0,79	51,70	59,32	67,35	69,08	76,30	84,24	91,82
16	0,71	46,18	52,99	60,16	61,71	68,15	75,25	82,02
17	0,63	41,25	47,33	53,74	55,12	60,88	67,21	73,27
18	0,56	36,85	42,28	48,00	49,24	54,38	60,04	65,45
18,81	0,51	33,64	38,60	43,83	44,95	49,65	54,81	59,75
19	0,51	33,09	37,97	43,12	44,22	48,84	53,92	58,78
20	0,46	30,41	34,89	39,62	40,63	44,88	49,55	54,01
21	0,43	27,94	32,06	36,40	37,34	41,23	45,53	49,63
22	0,39	25,67	29,46	33,45	34,31	37,89	41,83	45,60
23	0,36	23,59	27,06	30,73	31,52	34,81	38,44	41,90
24	0,33	21,67	24,87	28,24	28,96	31,99	35,32	38,50
25	0,30	19,91	22,85	25,94	26,61	29,39	32,45	35,37
26	0,28	18,30	20,99	23,84	24,45	27,00	29,81	32,50
27	0,26	16,81	19,29	21,90	22,47	24,81	27,39	29,86
28	0,24	15,45	17,72	20,13	20,64	22,80	25,17	27,44
29	0,22	14,19	16,29	18,49	18,97	20,95	23,13	25,21
30	0,20	13,04	14,96	16,99	17,43	19,25	21,25	23,16
31	0,18	11,98	13,75	15,61	16,01	17,69	19,53	21,28
32	0,17	11,01	12,63	14,34	14,71	16,25	17,94	19,56

t	Qt	Q total						
		5 thn	10 thn	20 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
33	0,15	10,12	11,61	13,18	13,52	14,93	16,48	17,97
34	0,14	9,30	10,67	12,11	12,42	13,72	15,15	16,51
35	0,13	8,54	9,80	11,13	11,41	12,61	13,92	15,17
36	0,12	7,85	9,00	10,22	10,49	11,58	12,79	13,94
37	0,11	7,21	8,27	9,39	9,64	10,64	11,75	12,81
38	0,10	6,63	7,60	8,63	8,85	9,78	10,80	11,77
Jumlah		296,65	340,39	386,50	396,44	437,34	483,40	526,94

Dapat dilihat dari tabel di atas didapatkan debit maksimum di setiap kala ulang. Kala ulang 5 tahun sebesar 296.65 m³/dtk, kala ulang 10 tahun sebesar 340.39 m³/dtk, kala ulang 20 tahun sebesar 386.50 m³/dtk, kala ulang 25 tahun sebesar 396.44 m³/dtk, kala ulang 50 tahun sebesar 437.34 m³/dtk, kala ulang 100 tahun sebesar 483.40 m³/dtk, dan kala ulang 200 tahun sebesar 526.94 m³/dtk. Berikut adalah grafik Hasil Banjir Rancangan Metode HSS Nakaysau Kala Ulang Semua Tahun:





Gambar 4. 3 Hasil Banjir Rancangan Metode HSS Nakaysau Kala Ulang Semua Tahun.

Dari gambar di atas menjelaskan semakin lama periode kala ulang pada pehitungan debit maksimum maka nilai debit akan semakin besar. Maka kurva pada gambar di atas menggambarkan hubungan antara waktu (t) dan debit total perjam pada kala ulang 5, 10, 20, 50, 100, Dan 200 tahun. Pada waktu jam 1 sampai dengan waktu jam 2 menggambarkan dimana naiknya debit puncak. Sedangkan waktu jam 3 dan seterusnya merupakan kurva yang menggambarkan dimana turunnya debit aliran permukaan mulai dari puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan.

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan HSS Nakaysu :

Tabel 4. 23 rekapitulasi hasil perhitungan HSS Nakaysu

Kala ulang (tahun)	Q max (m ³ /dtk)
5	296,65
10	340,39
20	386,50
25	396,44
50	437,34
100	483,40
200	526,94

B. Analisa Hidraulika Menggunakan Software HEC-RAS 6.3.1

1) Analisis Data

Analisis hidraulika yang digunakan menggunakan program software HEC-RAS 6.3.1 untuk mengetahui kapasitas dari penampang Sungai pada lokasi penelitian berikut adalah tabel keterangan data yang akan digunakan:

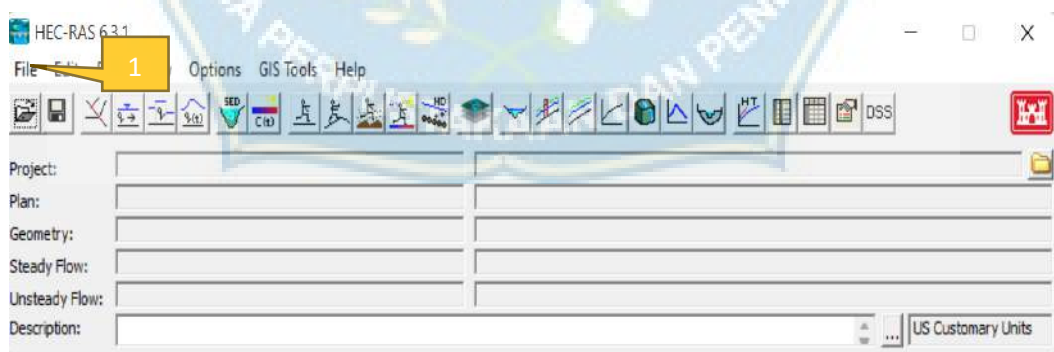
Tabel 4. 24 Tabel keterangan data penelitian

Data Penelitian	Keterangan
Data demnas	5.50 km
Lebar Sungai rata -rata	60,5 m
Koefisien Manning	0.025
Debit rencana	Q200tahun
Elevation sungai	23 patok
Interval Sta	250 m

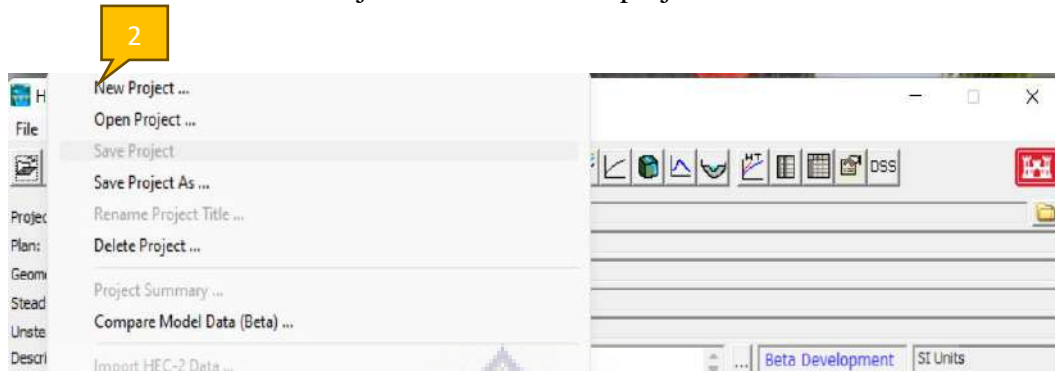
2) Tahapan Perhitungan Hidraulik Menggunakan HEC-RAS

➤ Project Area Penelitian

1. Buka aplikasi HEC-RAS 6.0 seperti pada gambar dibawah ini.

**Gambar 4. 4** Tampilan tahapan awal project area penelitian

2. Ketik File – New Project untuk membuat project baru.



Gambar 4. 5 Tampilan tahapan kedua project area penelitian

3. Ketik options untuk unit sistem



Gambar 4. 6 Tampilan tahapan ketiga kedua project area penelitian

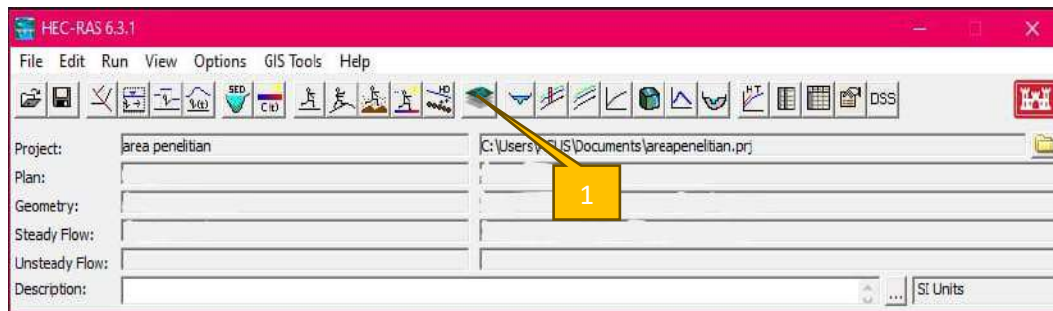
4. Ketik unit system lalu pilih opsi System internasional (Metric System)



Gambar 4. 7 Tampilan tahapan keempat dan kelima project area penelitian

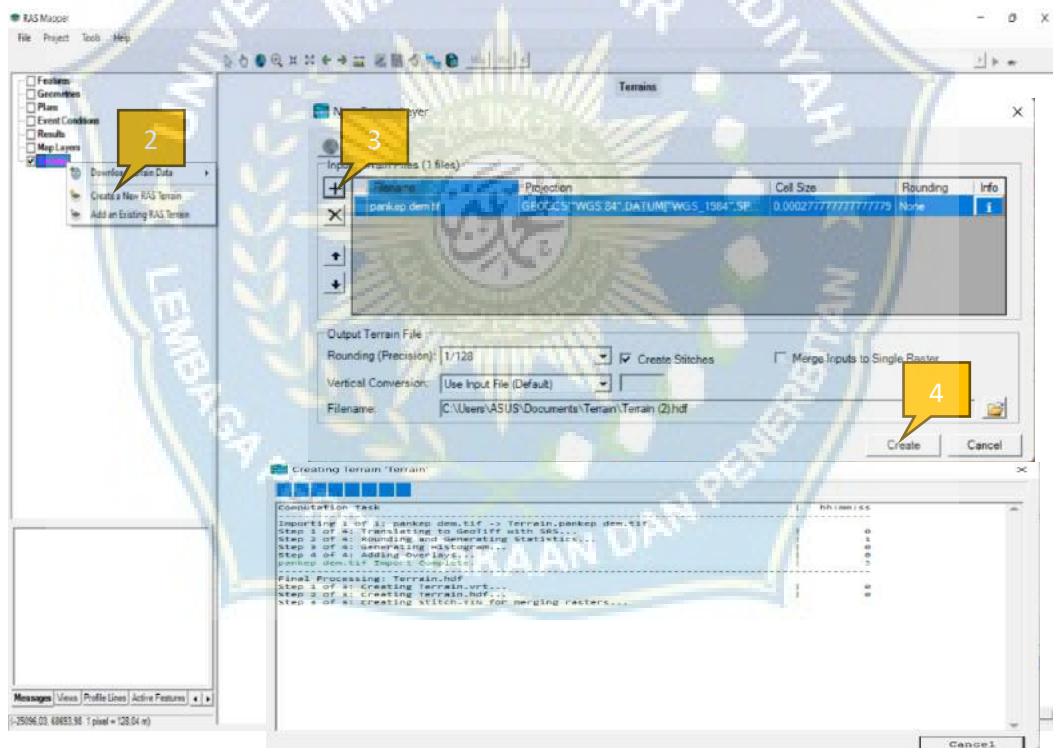
➤ Tahapan Geometri

1. Klik RAS Mapper seperti pada gambar dibawah



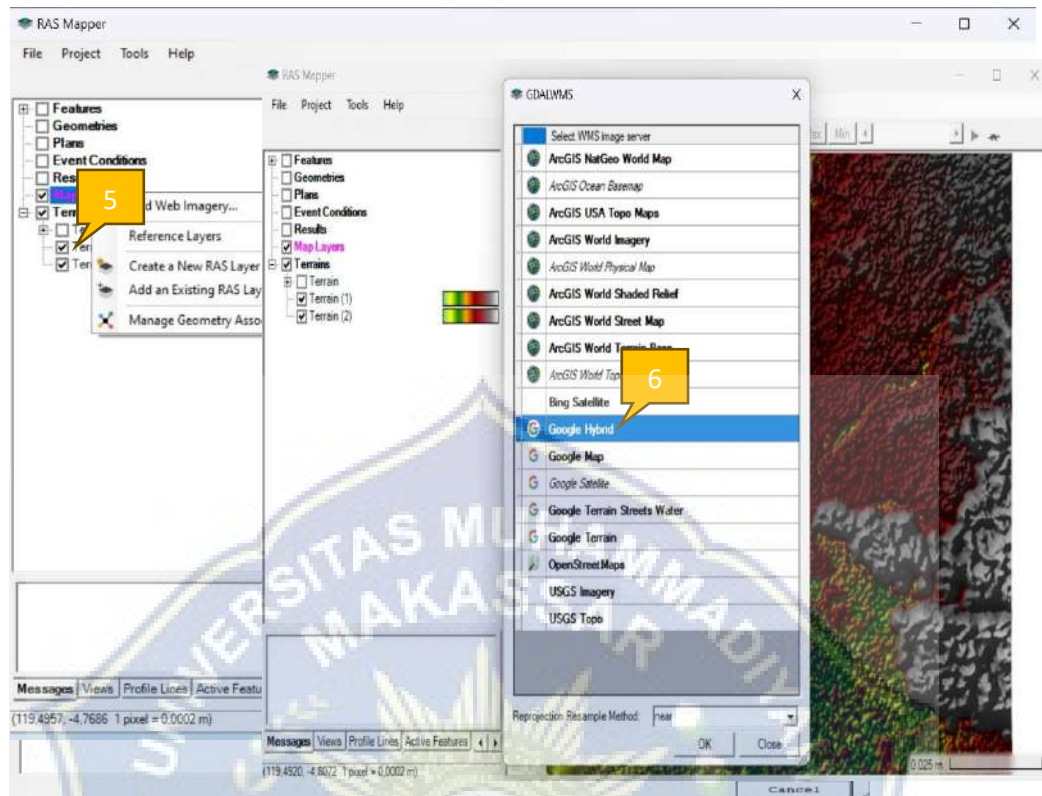
Gambar 4. 8 Tampilan tahapan ke 1 Geometri

2. Centang opsi Terraines lalu klik kanan, lalu pilih opsi Create a New RAS Terraines (2), Lalu pilih ikon plus untuk memasukkan data DEMNAS (3), Lalu pilih opsi Create untuk memproses data.



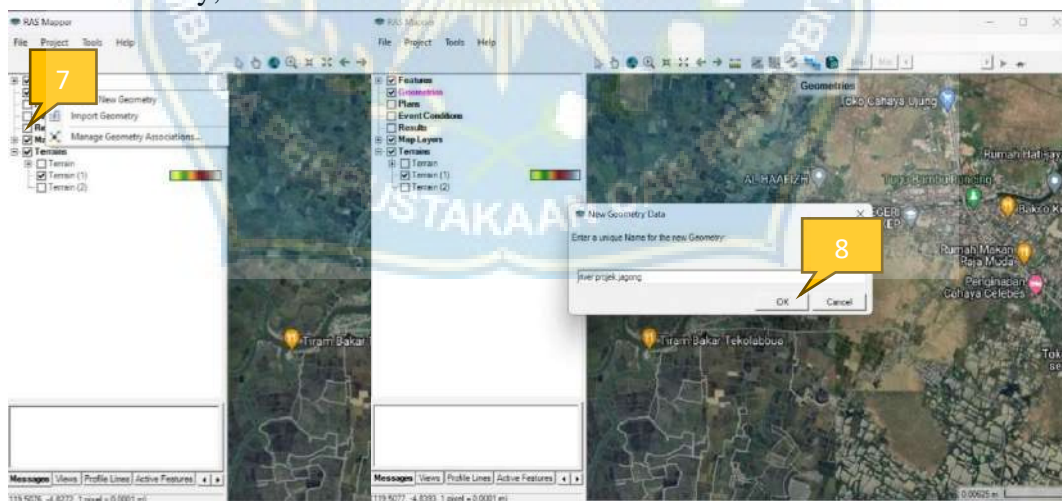
Gambar 4. 9 Tampilan tahapan ke 2,3,dan 4 Geometri

3. Centang opsi Map Layers lalu klik kanan, lalu pilih opsi Add Web Imagery, Lalu pilih opsi Google Hybrid untuk melihat lokasi detail.



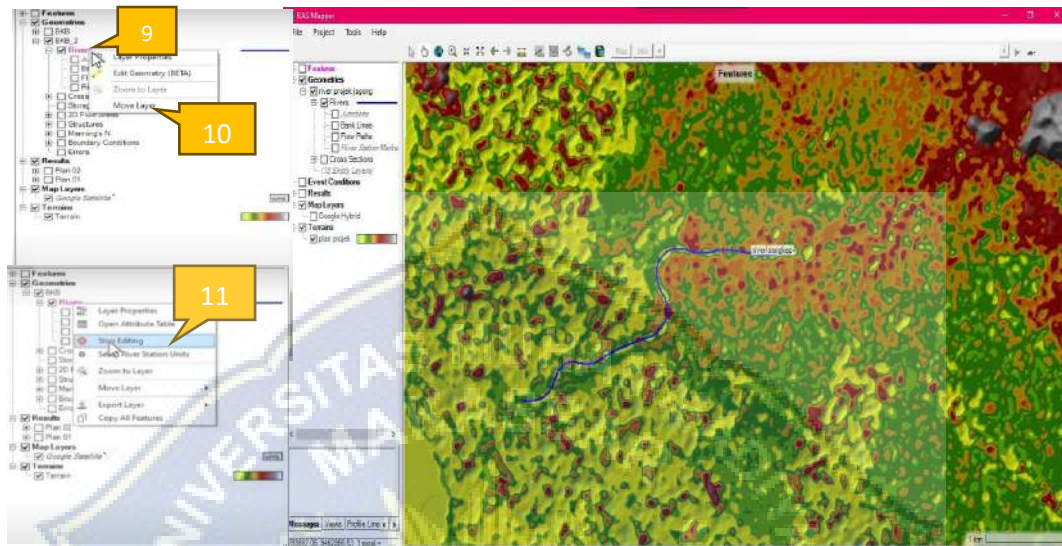
Gambar 4. 10 Tampilan tahapan ke 5 dan 6 Geometri

4. Centang opsi Geometries lalu klik kanan, lalu pilih opsi Create New Geometry, Lalu klik OK.



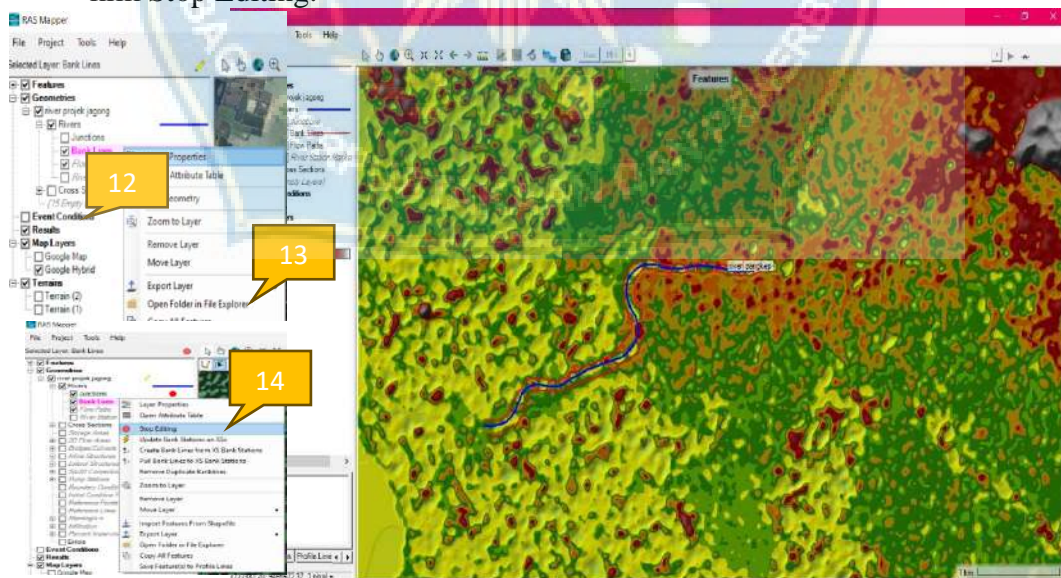
Gambar 4. 11 Tampilan tahapan ke 7 dan 8 Geometri

5. Centang opsi River lalu klik kanan, lalu pilih opsi Edit Geometry untuk menggambar alur Sungai, setelah menggambar alur sungai Lalu klik Stop Editing.



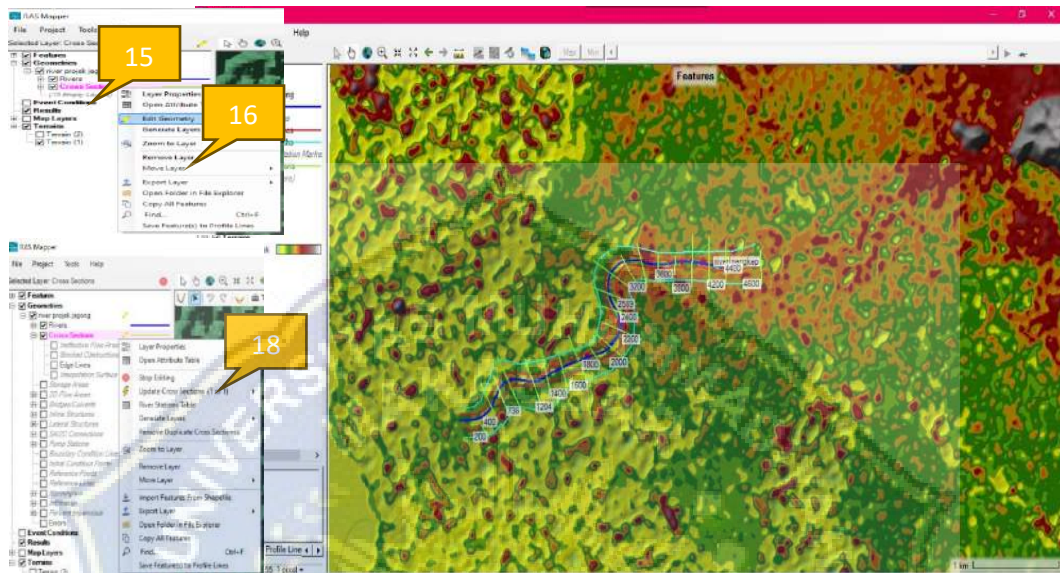
Gambar 4. 12 Tampilan tahapan 9,10,dan 11 Geometri

6. Centang opsi Bad Lines lalu klik kanan, lalu pilih opsi Edit Geometry untuk menggambar bantaran tanggul sisi kiri dan kanan, setelah menggambar Lalu klik Stop Editing.



Gambar 4. 13 Tampilan tahapan ke 12,13 dan 14 Geometr

7. Centang opsi Cross Sections lalu klik kanan, lalu pilih opsi Edit Geometry untuk menentukan elevasi pada posisi vertikal, setelah itu Lalu klik Stop Editing, lalu pilih opsi Flow paths untuk membatasi area banjir.



Gambar 4. 14 Tampilan tahapan ke 15,16 dan 17 Geometri

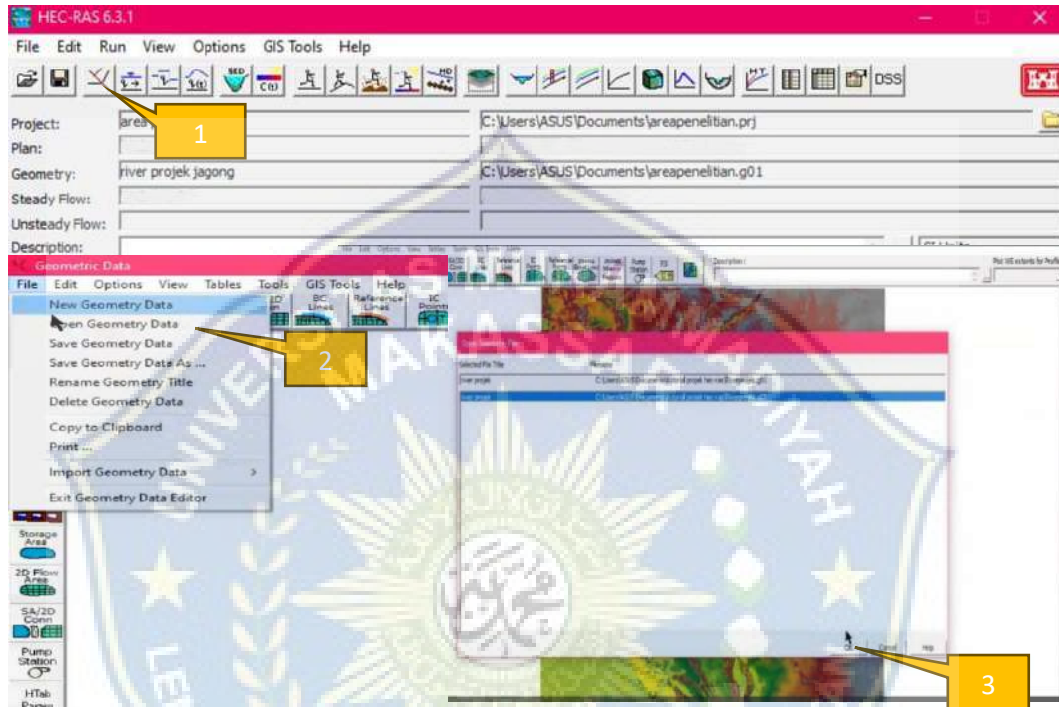
8. Pilih menu file lalu pilih opsi save untuk menyimpan project, lalu pilih opsi exit untuk keluar.



Gambar 4. 15 Tampilan tahapan ke 19, dan 20 Geometri

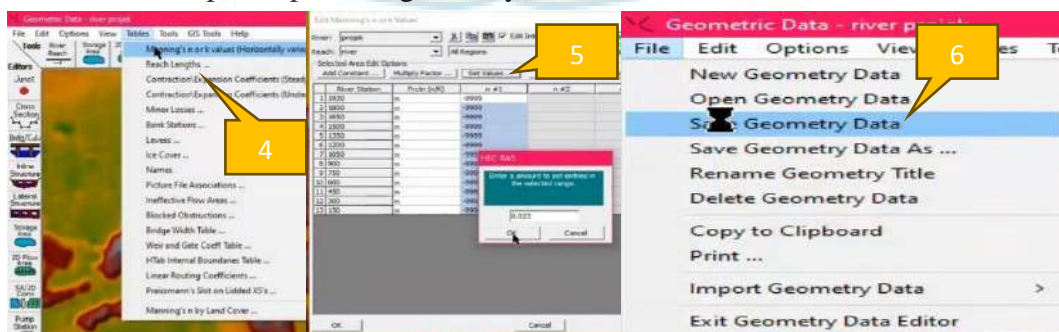
➤ Geometri Data

- 1) Pilih menu opsi Geometric Data seperti pada gambar bagian 1, lalu pilih opsi open geometrich data, kemudian pilih file geometri yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 4. 16 Tampilan tahapan ke 1,2,dan 3 Geometri Data

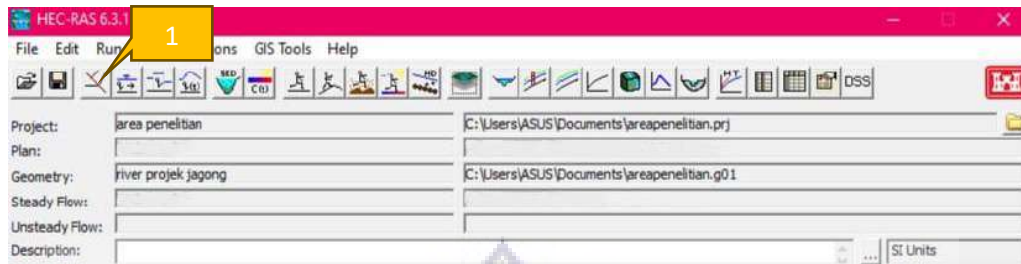
- 2) Pilih menu Tables , lalu pilih opsi Horizontally Varied, kemudian pilih opsi set values untuk mengimput nilai kekasaran manning, lalu klik ok dan pilih opsi save geometry data.



Gambar 4. 17 Tampilan tahapan ke 4,5, dan 6 Geometri Data

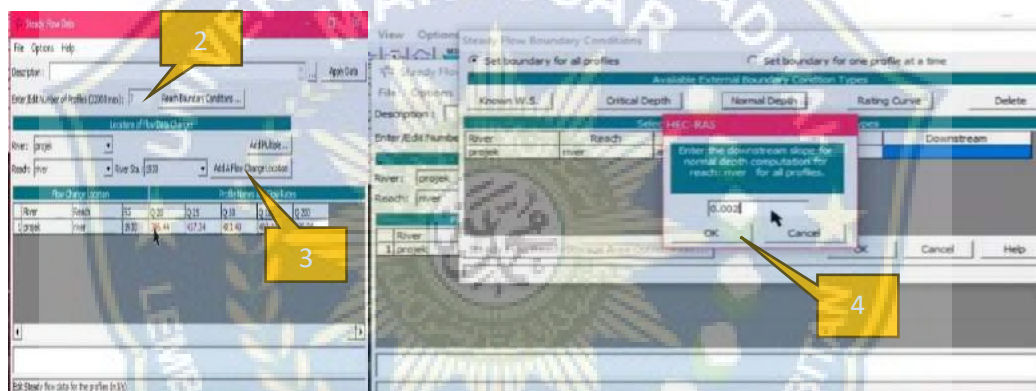
➤ Steady Flow Data

1) Pilih menu Steady Flow Data seperti pada gambar.



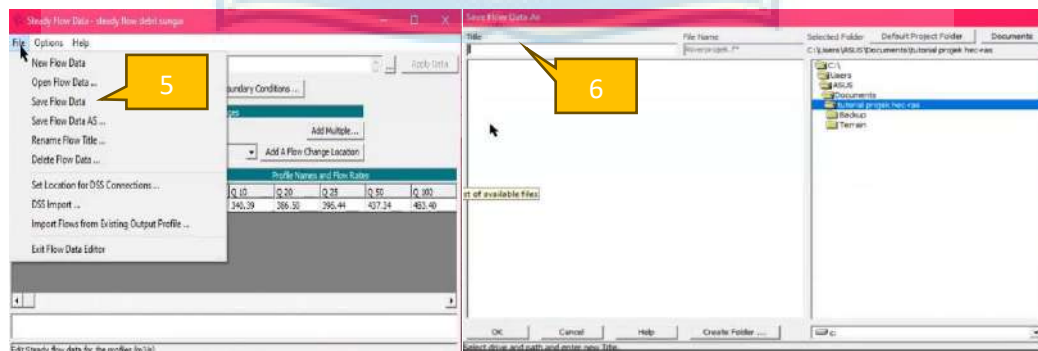
Gambar 4. 18 Tampilan tahapan ke 1 Steady Flow Data

2) Lalu isi jumlah kolom sesuai kebutuhan, kemudian pilih opsi Reach Boundary Conditions, kemudian pilih opsi Normal Depth lalu klik OK.



Gambar 4. 19 Tampilan tahapan ke 2,3,dan 4 Steady Flow Data

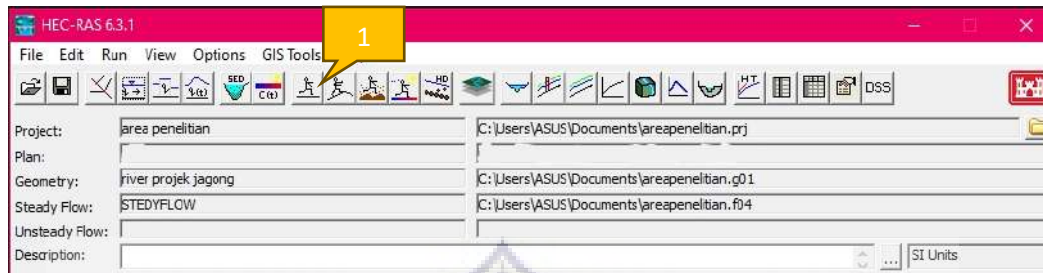
3) Lalu pilih menu file, lalu pilih opsi Save Flow Data, kemudian mengisi nama file project, lalu klik ok.



Gambar 4. 20 Tampilan tahapan ke 5 dan 6 Steady Flow Data

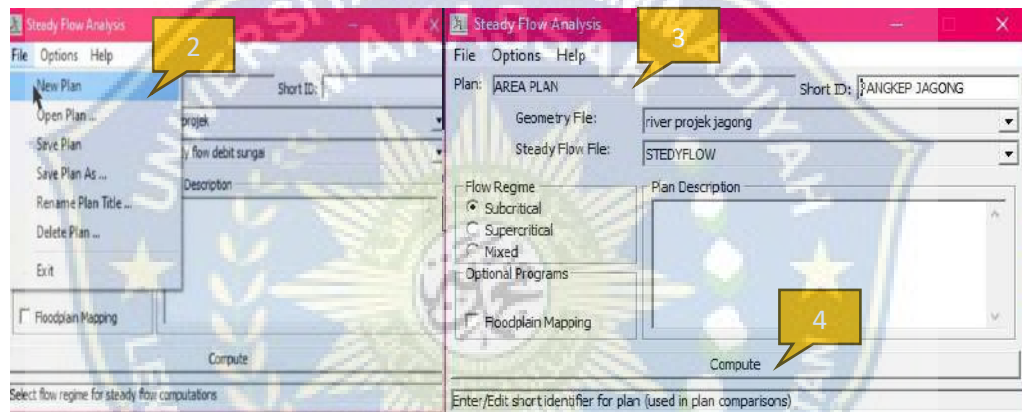
➤ Analisis Steady Flow

1) Pilih menu Analisis Steady Flow sesuai pada gambar dibawah.



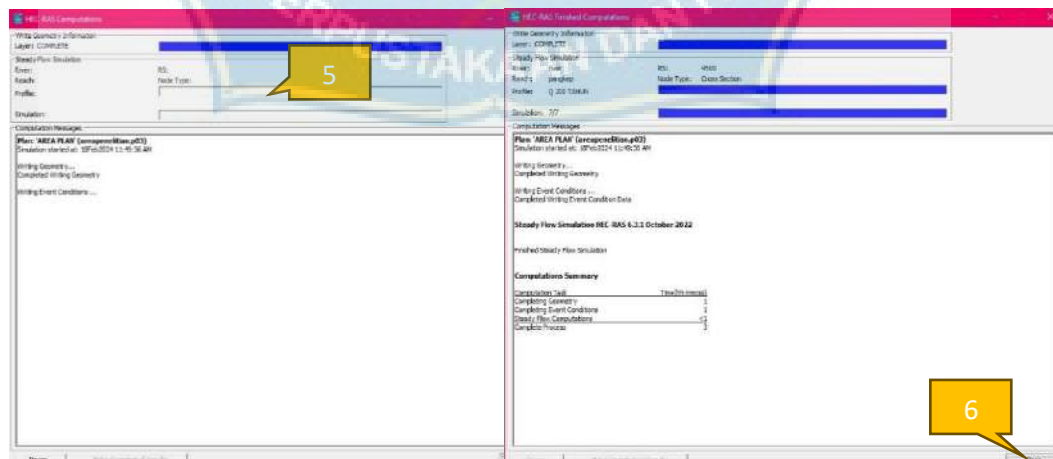
Gambar 4. 21 Tampilan tahapan pertama Steady Flow Data

2) Pilih opsi New Plan lalu isi nama Project, lalu pilih opsi Compute.



Gambar 4. 22 Tampilan tahapan ke 2,3, dan 4 Steady Flow Data

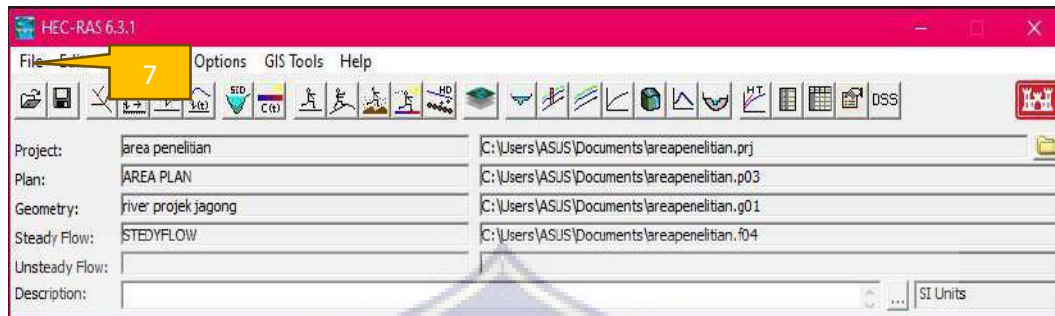
3) Lalu tunggu Proses Running analisis stedy Flow, Lalu klik close.



Gambar 4. 23 Tampilan tahapan ke 5 Steady Flow Data

➤ Save Project

1) Pilih Menu File Kemudian Pilih Opsi Save Project.



Gambar 4. 24 Tampilan tahapan ke 7 save project

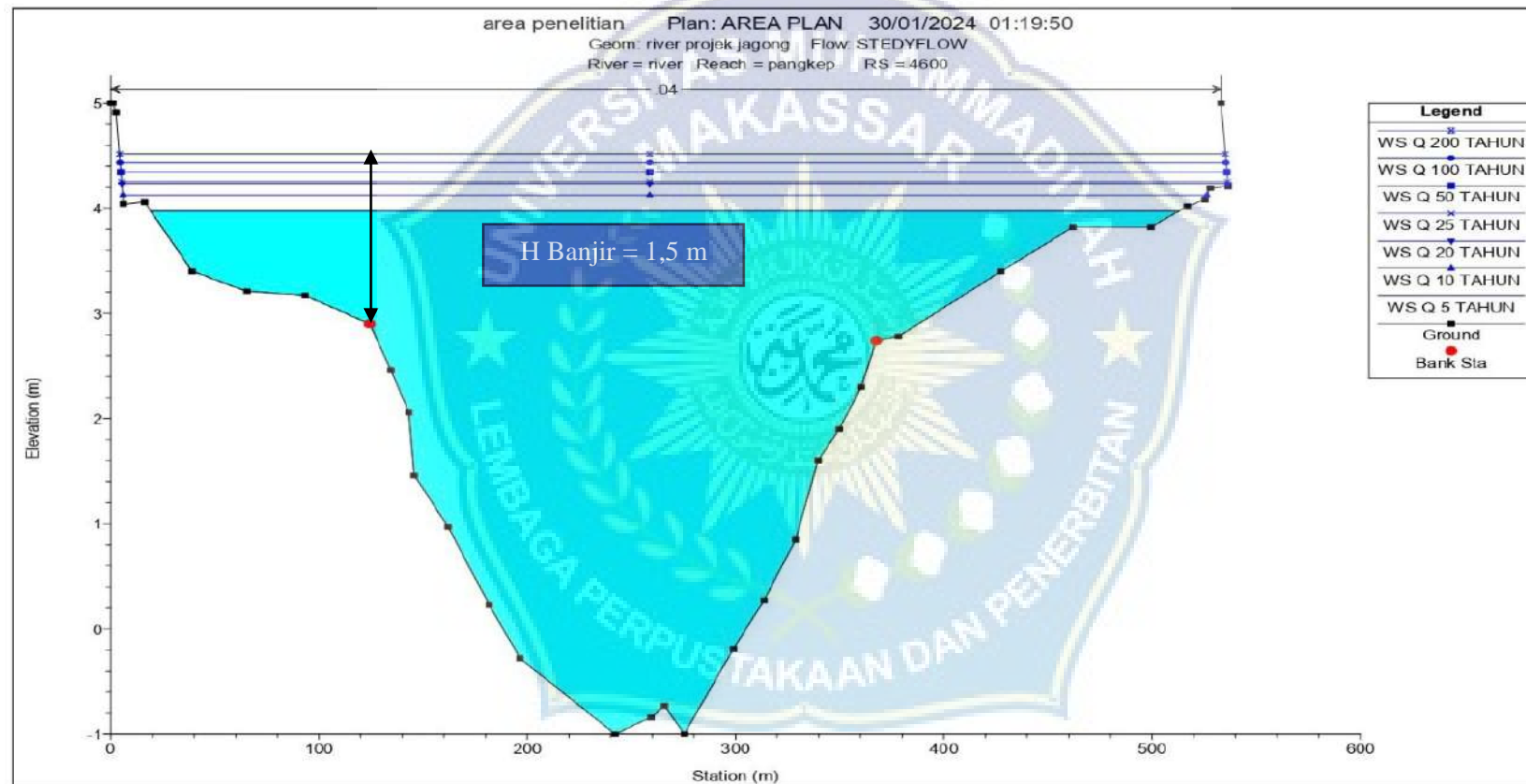
3) Simulasi Hidraulik HEC-RAS

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi aliran air dalam saluran terbuka (seperti sungai atau kanal) dan menganalisis berbagai fenomena hidraulik, seperti banjir, distribusi kecepatan aliran, dan kedalaman air. HEC-RAS dapat digunakan untuk perencanaan, desain, dan analisis sistem pengelolaan air, serta untuk memperkirakan dampak banjir dan merancang struktur hidrolik seperti bendungan, jembatan, dan tanggul.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan syarat batasan seperti yang telah diuraikan diatas dan dilakukan dengan kondisi aliran steady flow, dimana debit aliran yang di input kedalam model adalah berupa banjir maksimum (Q_{peak}) pada tiap-tiap titik tinjauan. Sehingga dapat diketahui elevasi muka air maksimum yang terjadi dan kecepatan aliran pada setiap profil melintang kali/sungai.

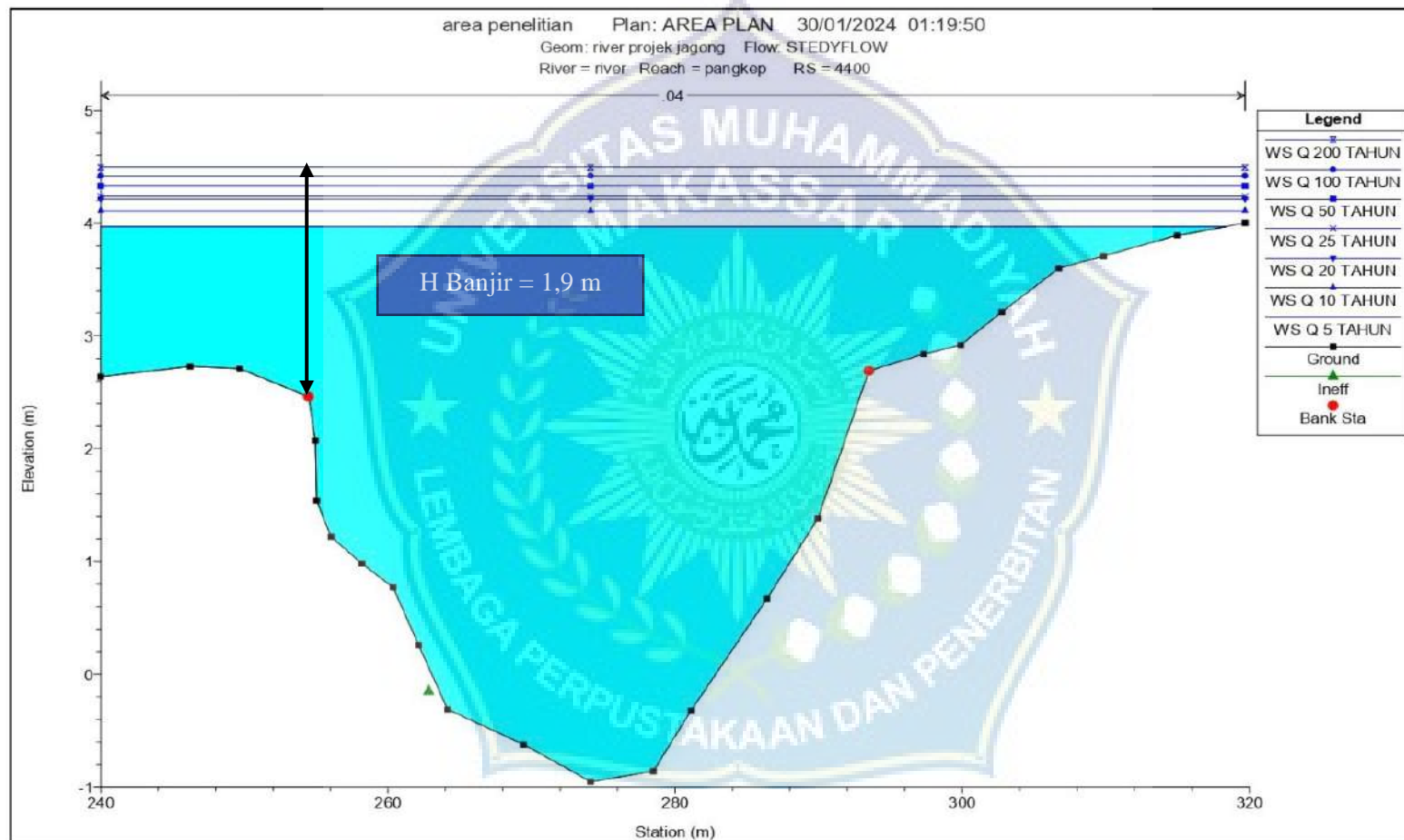
a) Profil Penampang Sungai

➤ Kondisi Eksisting STA+4600



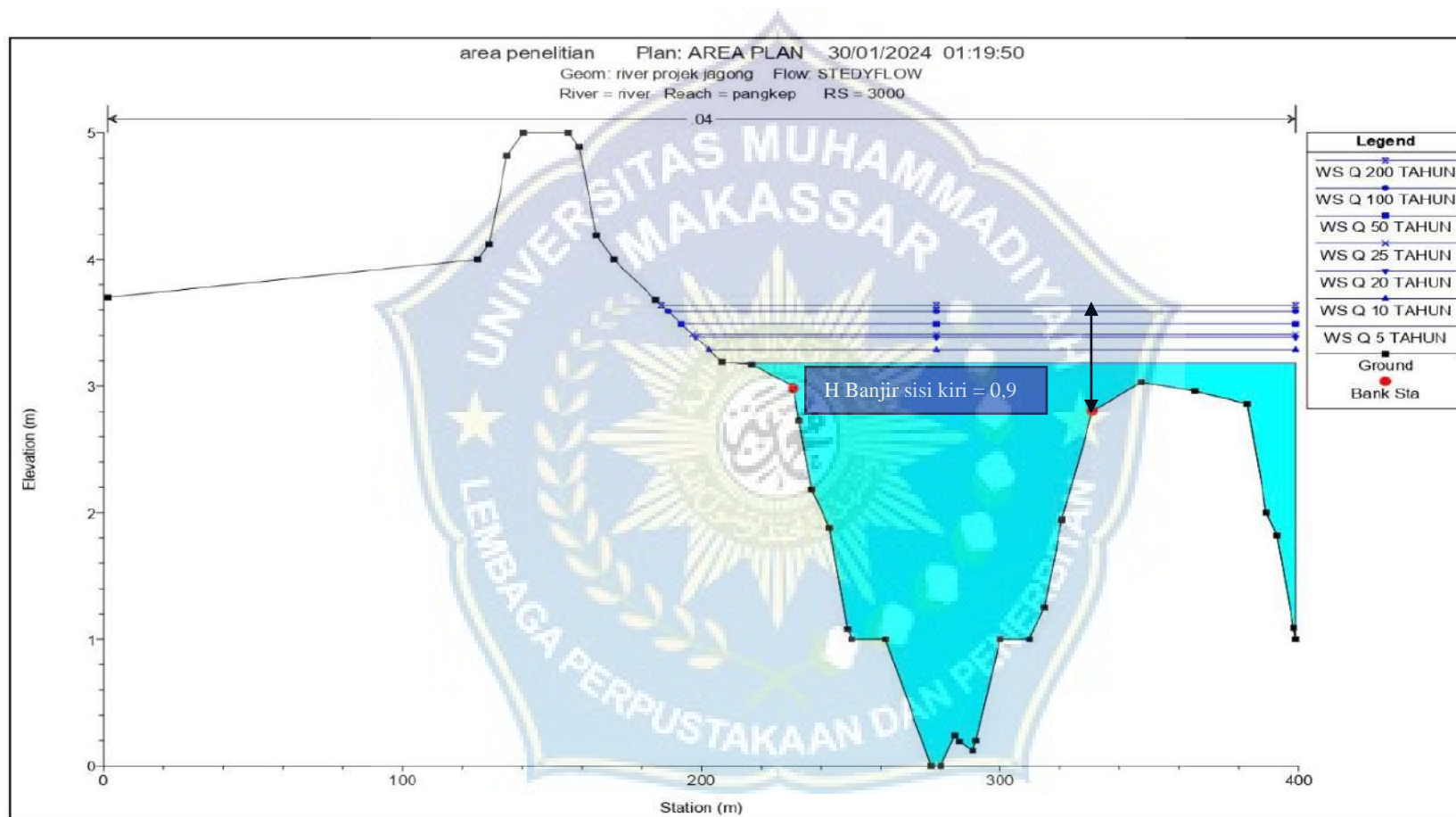
Gambar 4. 25 Profil melintang Sungai STA+4600

➤ Kondisi Eksisting STA+4400



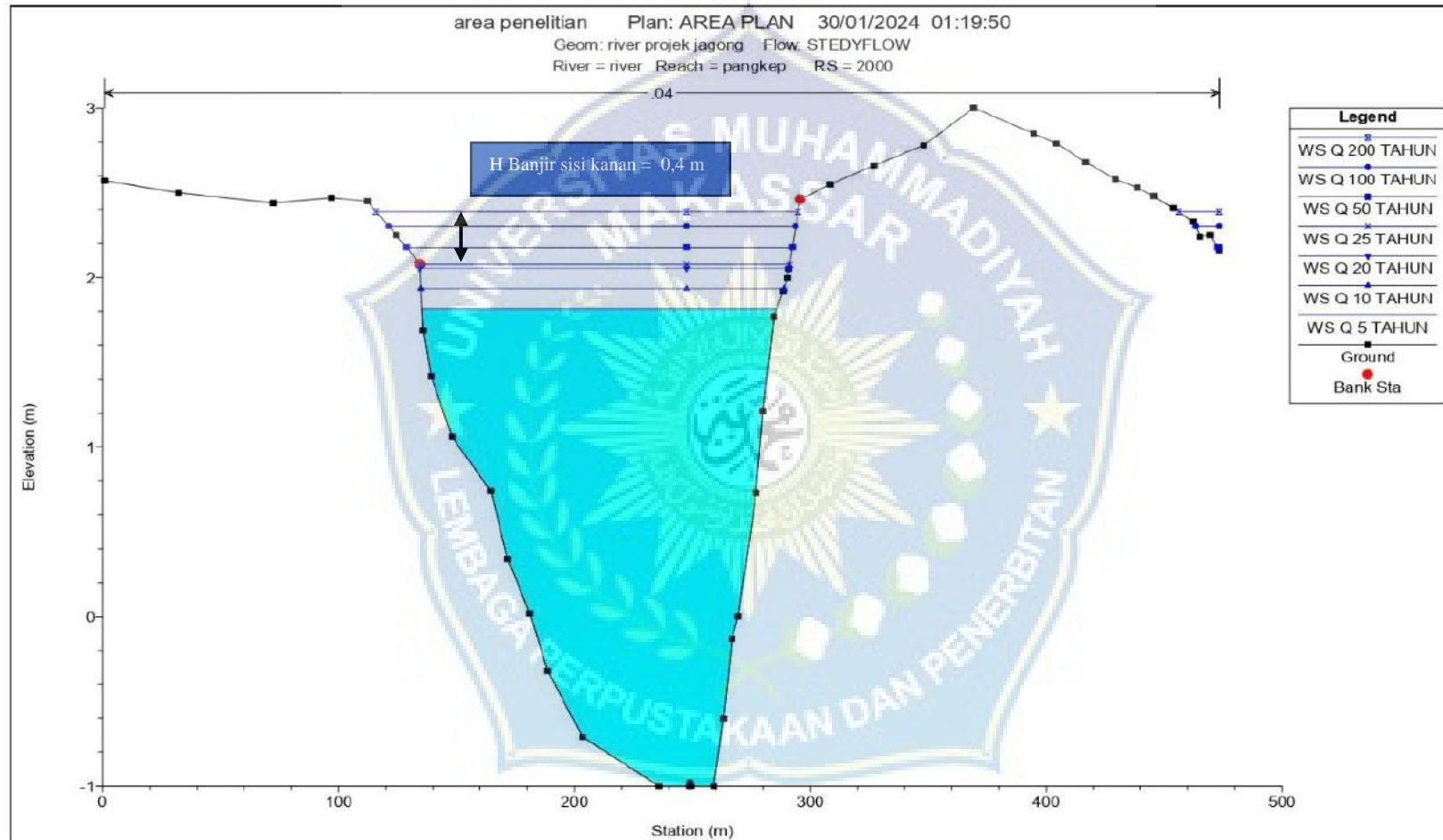
Gambar 4. 26 Profil melintang Sungai STA+4400

➤ Kondisi Eksisting STA+3000



Gambar 4. 27 Profil melintang Sungai STA+3000

➤ Kondisi Eksisting STA+2000

**Gambar 4. 28** Profil melintang Sungai STA+2000

Berdasarkan Gambar profil penampang sungai maka dapat dijelaskan bahwa:

➤ Kondisi Eksisting STA+4600

Hasil running pada software HEC-RAS terlihat pada titi dapat dilihat bahwa pada kondisi Sungai eksisting titik 4600 terjadi peluapan air Sungai dengan ketinggian luapan air sebesar 1,5 m. di karenakan air meluap melawati batas area bank sta (bibir tanggul).

➤ Kondisi Eksisting STA +4400

Hasil running pada software HEC-RAS terlihat pada titi dapat dilihat bahwa pada kondisi Sungai eksisting titik 4600 terjadi peluapan air Sungai dengan ketinggian luapan air sebesar 1,9 m. di karenakan air meluap melawati batas area bank sta (bibir tanggul).

➤ Kondisi Eksisting STA +3000

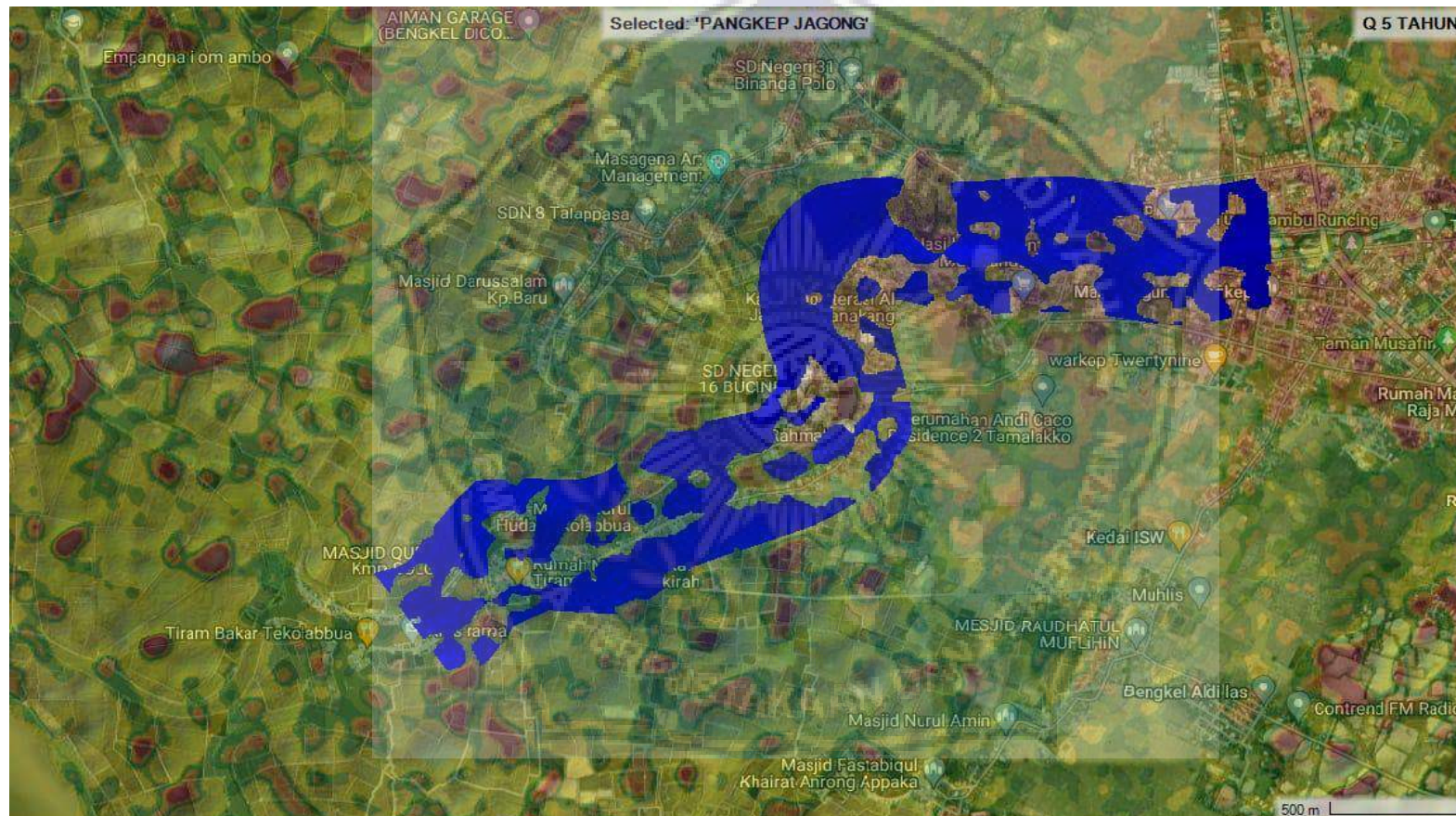
Hasil running pada software HEC-RAS terlihat pada titi dapat dilihat bahwa pada kondisi Sungai eksisting titik 3000 terjadi peluapan air Sungai sisi kiri dengan ketinggian luapan air sebesar 0,9 m. di karenakan air meluap melawati batas area bank sta (bibir tanggul).

➤ Kondisi Eksisting STA +2000

Hasil running pada software HEC-RAS dapat dilihat bahwa pada kondisi Sungai eksisting titik 2000 terjadi peluapan air Sungai di sisi kanan penampang.

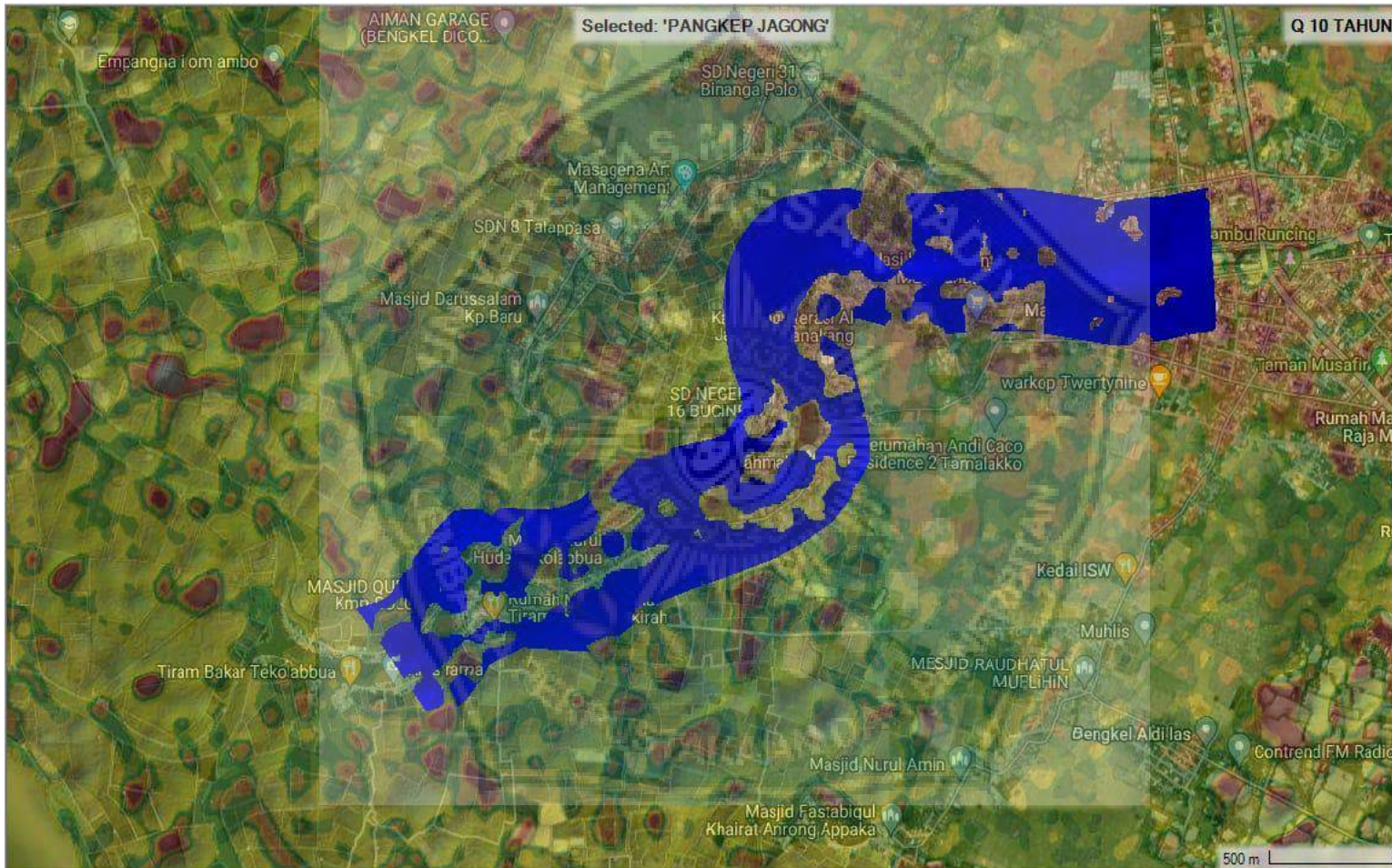
b) Peta genangan banjir kala ulang pada kondisi Eksisting

➤ Kondisi Eksisting kala 5 tahun



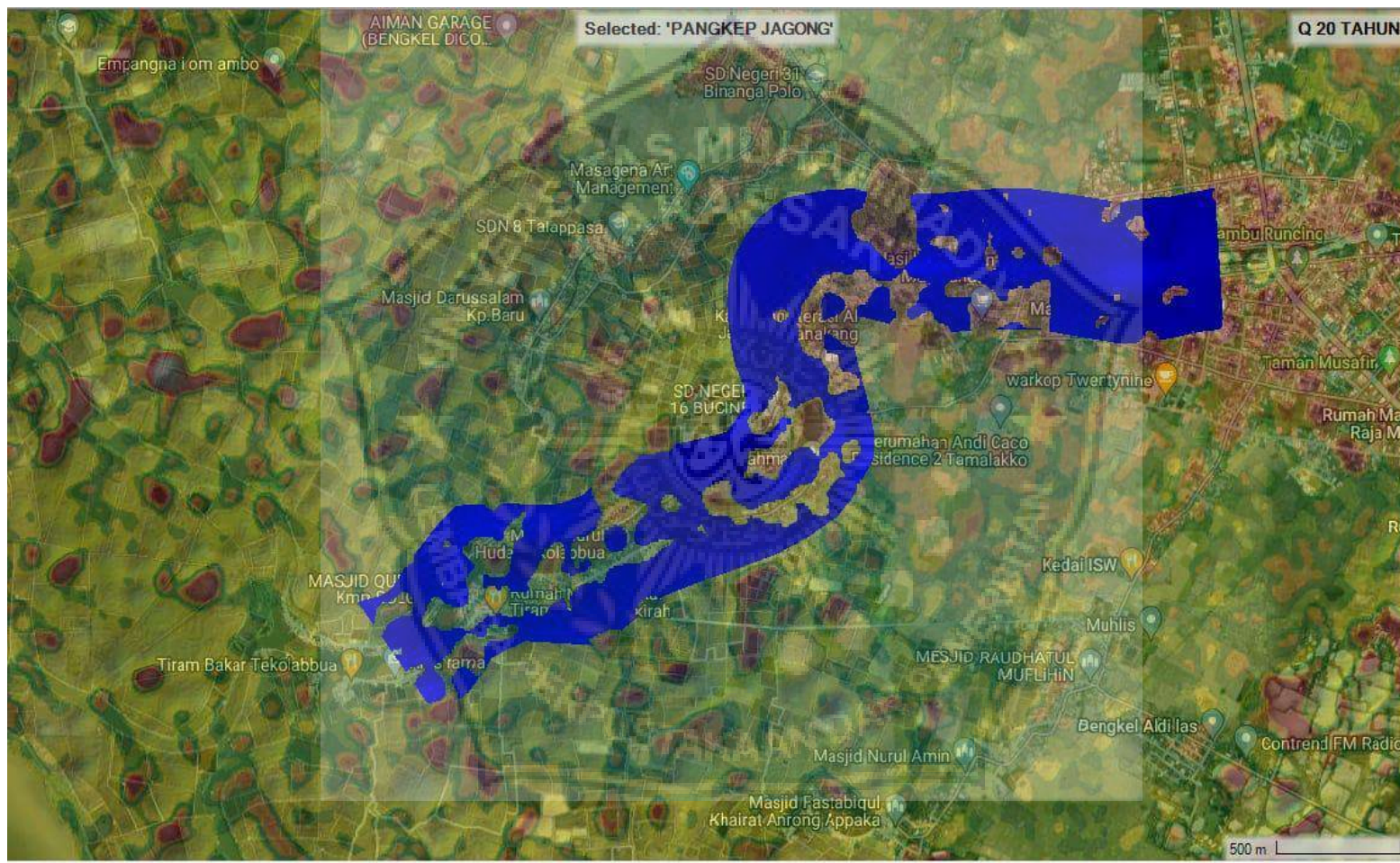
Gambar 4. 29 Peta genangan banjir kala 5 tahun

➤ Kondisi Eksisting kala 10 tahun



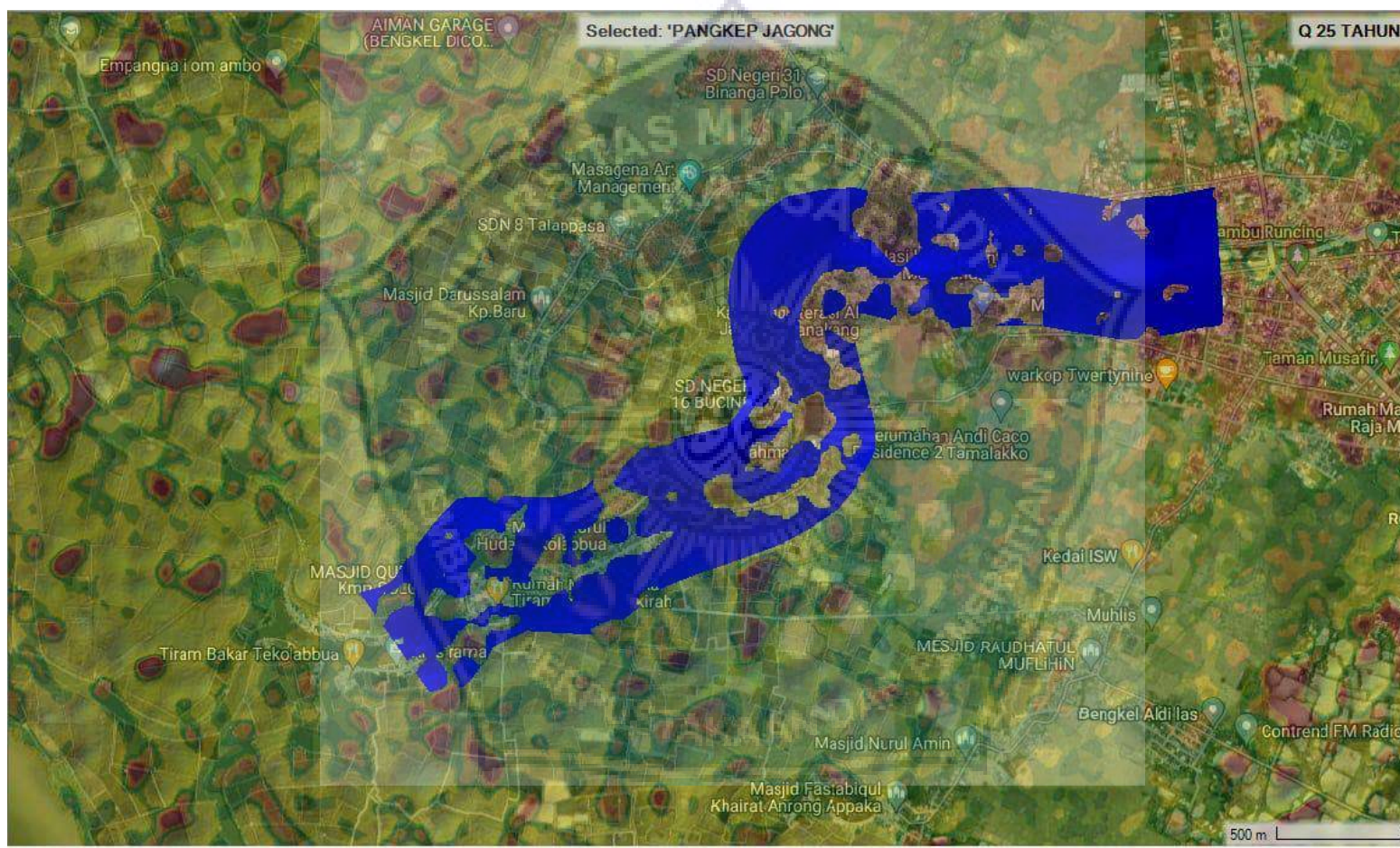
Gambar 4. 30 Peta genangan banjir kala 10 tahun

➤ Kondisi Eksisting kala 20 tahun



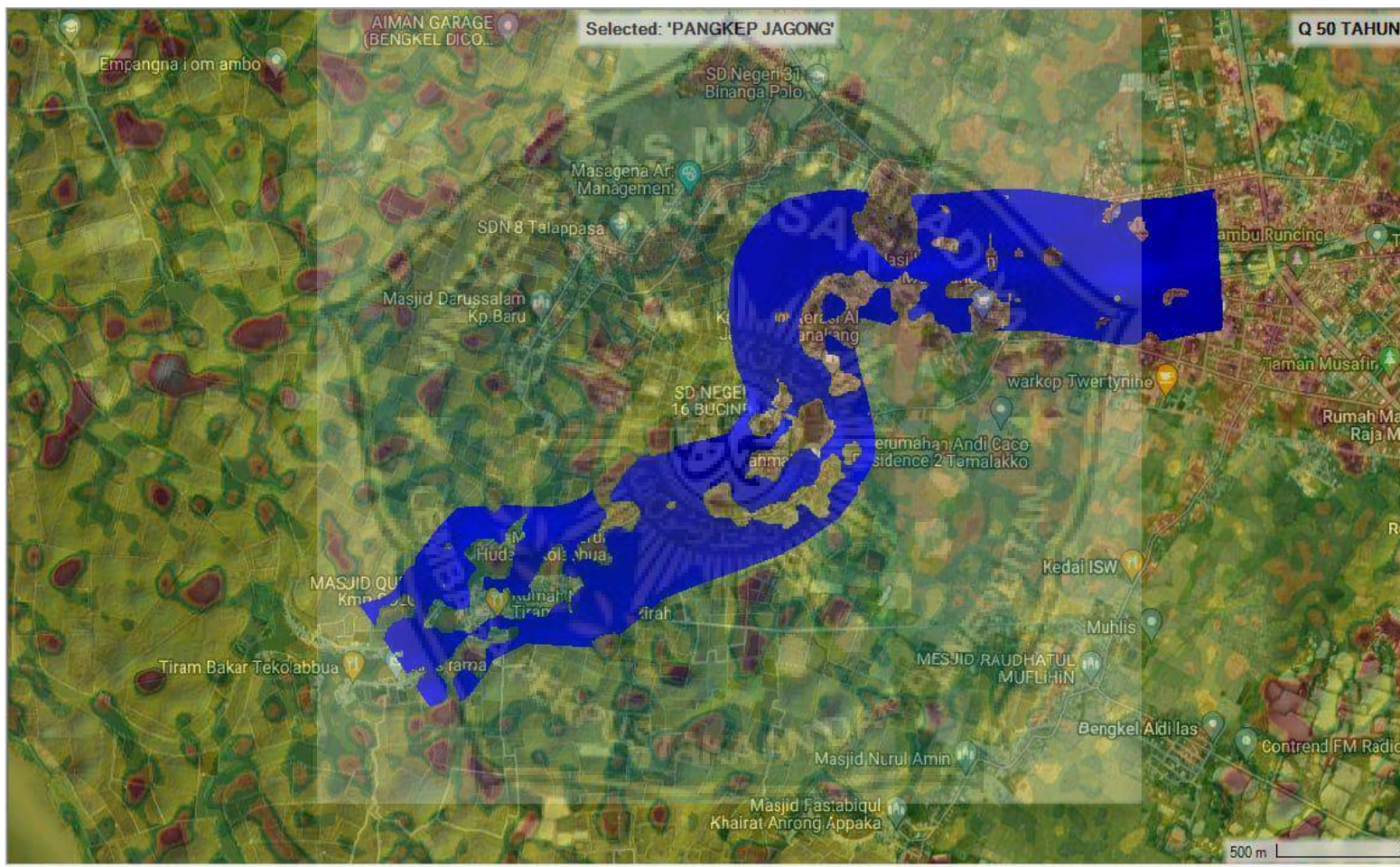
Gambar 4. 31 Peta genangan banjir kala 20 tahun

➤ Kondisi Eksisting kala 25 tahun



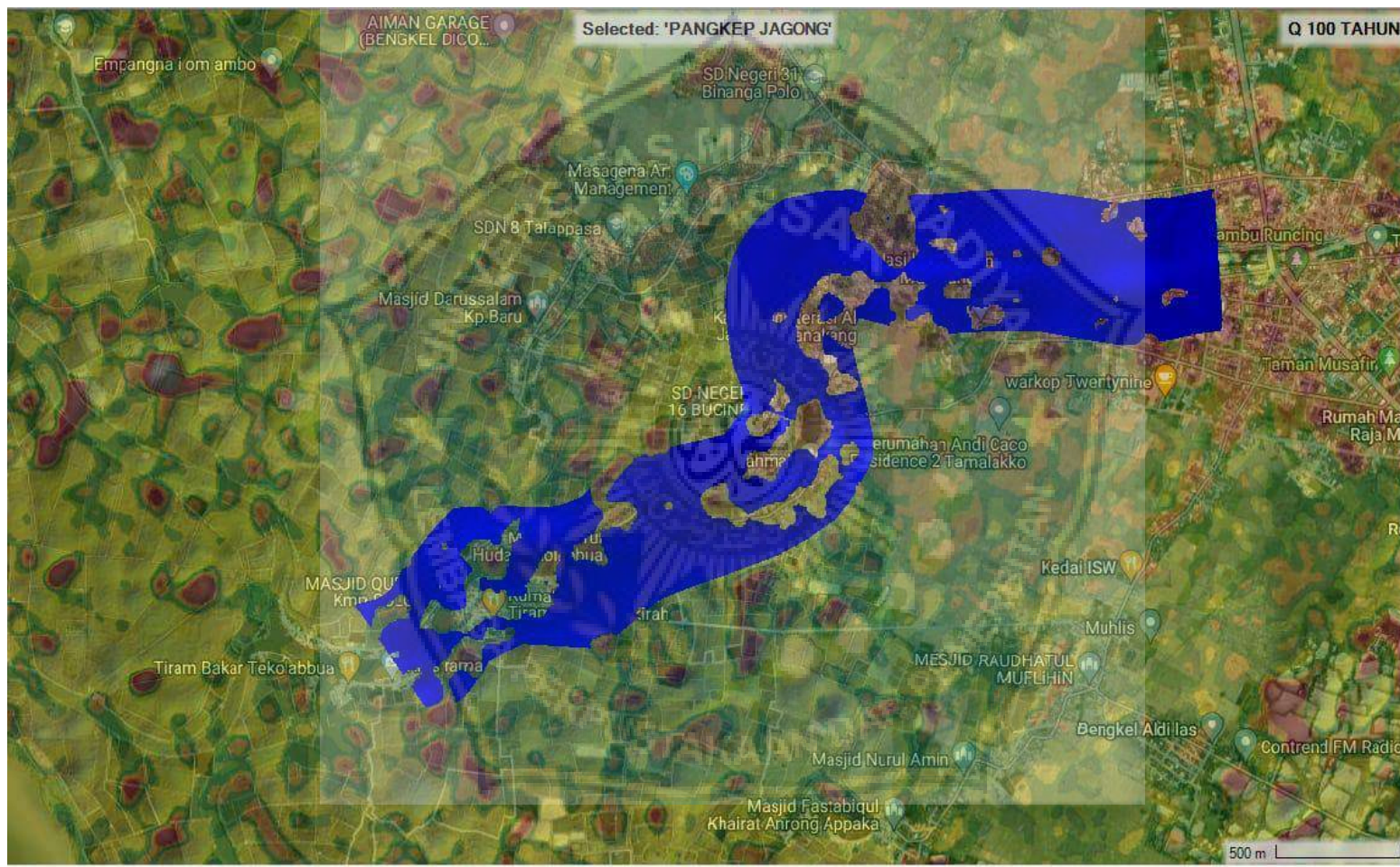
Gambar 4. 32 Peta genangan banjir kala 25 tahun

➤ Kondisi Eksisting kala 50 tahun



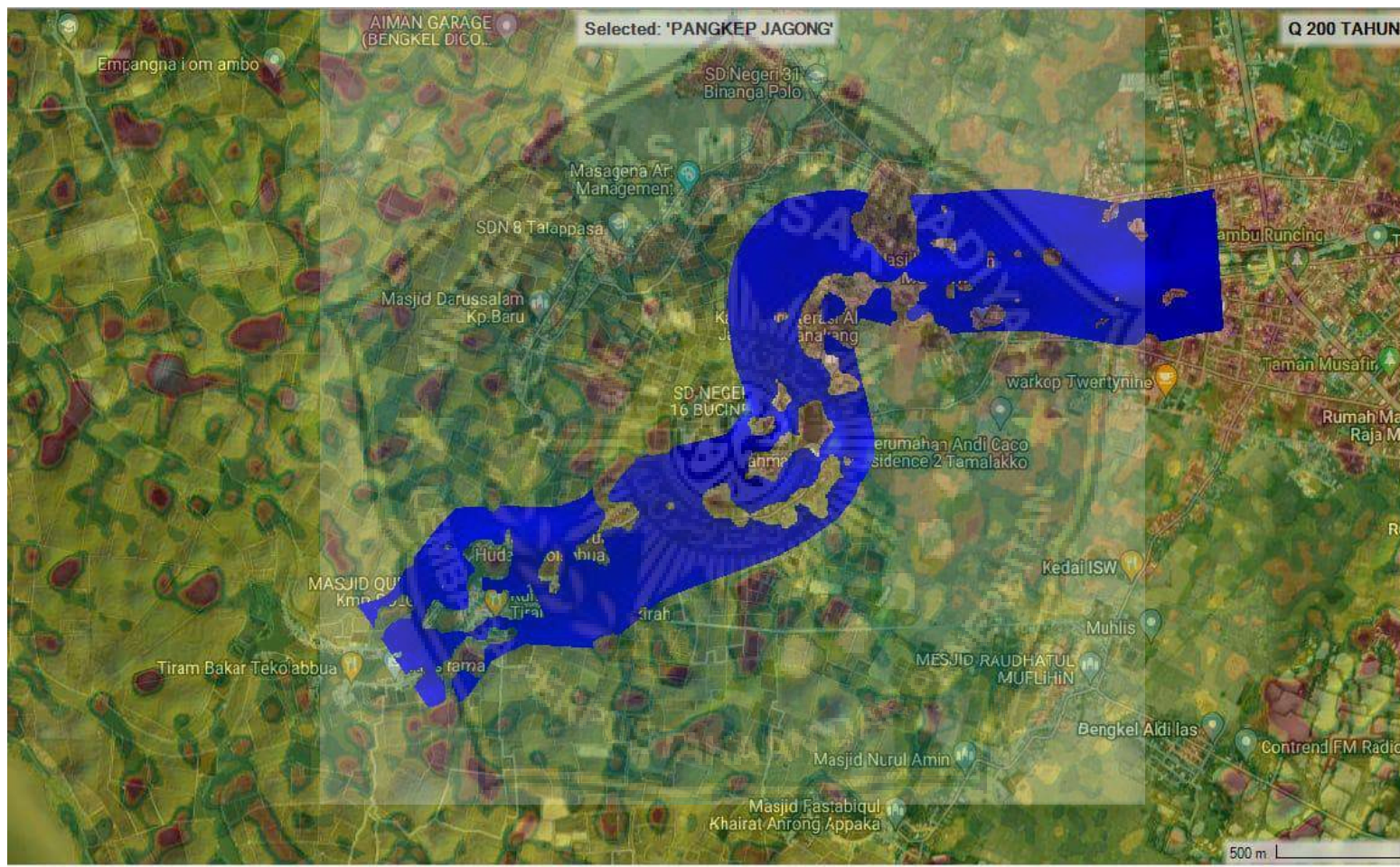
Gambar 4. 33 Peta genangan banjir kala 50 tahun

➤ Kondisi Eksisting kala 100 tahun



Gambar 4. 34 Peta genangan banjir kala 100 tahun

➤ Kondisi Eksisting kala 200 tahun



Gambar 4. 35 Peta genangan banjir kala 200 tahun

Berdasarkan peta genangan banjir kala ulang pada kondisi Eksisting penampang sungai diatas maka dapat dijelaskan bahwa:

- Pada gambar kala ulang 5 tahun memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 5 tahun sebesar (296,65 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.
- Pada gambar diatas memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 10 tahun sebesar (340,39 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.
- Pada gambar diatas memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 20 tahun sebesar (386,50 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.
- Pada gambar diatas memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 25 tahun sebesar (396,44 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.
- Pada gambar diatas memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 50 tahun sebesar (437,34 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.

- Pada gambar diatas memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 100 tahun sebesar (483,40 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.
- Pada gambar diatas memperlihatkan dari hasil running Aplikasi HEC-RAS menggunakan debit 200 tahun sebesar (526,94 m³/dtk) ,Kemudian di View 3D hec-ras dan menghasilkan data luasan area genangan banjir sepanjang area yang di teliti yaitu 5.500 Km.



c) Rekapitulasi Kapasitas Penampang Sungai Terhadap Debit Banjir Rencana.

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Hasil Analisis Profil penampang Sungai

NO	PATOK STA	Q 5 TAHUN 296,65 m ³ /dtk	Q 10 TAHUN 340,39 m ³ /dtk	Q 20 TAHUN 386,50 m ³ /dtk	Q 25 TAHUN 396,44 m ³ /dtk	Q 50 TAHUN 437,34 m ³ /dtk	Q 100 TAHUN 483,40 m ³ /dtk	Q 200 TAHUN 526,94 m ³ /dtk	KAPASITAS PENAMPANG	KETERANGAN LUAPAN Q 200 TAHUN
1	200	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	222,18	1.5 Meter
2	400	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	143,24	1.8 Meter
3	597	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	204,35	0.9 Meter
4	736	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	173,21	1.3 Meter
5	1032	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	217,68	1.25 Meter
6	1204	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	183,27	1.01 Meter
7	1400	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	210,34	1.5 Meter
8	1600	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	153,17	1.1 Meter
9	1800	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	164,23	0.8 Meter
10	2000	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	216,09	0.4 Meter
11	2200	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	168,31	0.8 Meter
12	2400	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	254,48	1.0 Meter

NO	PATOK STA	Q 5 TAHUN 296,65 m ³ /dtk	Q 10 TAHUN 340,39 m ³ /dtk	Q 20 TAHUN 386,50 m ³ /dtk	Q 25 TAHUN 396,44 m ³ /dtk	Q 50 TAHUN 437,34 m ³ /dtk	Q 100 TAHUN 483,40 m ³ /dtk	Q 200 TAHUN 526,94 m ³ /dtk	KAPASITAS PENAMPANG	KETERANGAN LUAPAN Q 200 TAHUN
13	2589	Aman	Aman	Aman	Aman	Aman	Aman	Aman	152,87	Aman
14	2800	Aman	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	220,32	0.4 Sisi Kiri
15	3000	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	213,21	0,9 Meter
16	3200	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	220,32	0.4 Meter
17	3400	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	213,21	1.4 Meter
18	3600	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	210,08	1 Meter
19	3800	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	147,11	0.5 Meter
20	4000	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	152,38	1.7 Meter
21	4200	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	192,14	0.5 Meter
22	4400	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	178,22	1,9 Meter
23	4600	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	168,28	1,5 Meter

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan gambar hasil tabel rekapitulasi penampang Sungai menggunakan hecras ,memperlihatkan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 5, tahun 10, tahun 20, tahun 25, tahun 50, tahun 100, tahun,200, tahun,menunjukan bahwa banyak titik yang mengalami luapan, akibat kapasitas tampungan pada area penelitian tak mampu menahan debit yang mengalir.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang ada pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil perhitungan debit banjir rencana sungai Pangkajene menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, sehingga didapatkan besar debit rencana periode ulang Q5 tahun sebesar $296,65 \text{ m}^3 / \text{dtk}$, periode ulang Q10 tahun sebesar $340,39 \text{ m}^3 / \text{dtk}$, periode ulang Q20 tahun sebesar $386,50 \text{ m}^3 / \text{dtk}$, periode ulang Q25 tahun sebesar $396,44 \text{ m}^3 / \text{dtk}$, periode ulang Q50 tahun sebesar $437,34 \text{ m}^3 / \text{dtk}$, periode ulang Q100 tahun sebesar $483,40 \text{ m}^3 / \text{dtk}$, dan periode ulang Q200 tahun sebesar $526,94 \text{ m}^3 / \text{dtk}$.
- 2) Besar tampungan penampang sungai Pangkajene setelah data debit banjir yang didapatkan di input ke HEC-RAS dan hasilnya banyak titik penampang Sungai yang mengalami luapan dan titik debit tertinggi berada pada STA 4400 sebesar $254,48 \text{ m}^3 / \text{dtk}$ serta tinggi luapan sebesar 1,9 m.

B. Saran

Dari pengamatan di dalam penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu:

Perlu dilakukan pengembangan penelitian dengan meninjau bagian sungai Pangkajene yang berada pada bagian yang berdampak banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriyanto, D., Zakaria, A., & Khotimah, S. N. (2020). Kinerja Metode Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum Menggunakan Korelasi. *Jrsdd*, 8(1), 147–156.
- Aprizal, A., & Meris, A. (2020). Aplikasi Hec-Ras Dalam Pengendalian Banjir Sungai Way Kandis - Lampung Selatan. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v701.01>
- Ardi, Putri, R. (2014). *Analisa Perubahan Pola Aliran Sungai dan Daerah Genangan di Pantai Surabaya-Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Penginderaan Jauh*. 12. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/64194>
- Arief Aditya, Y. L. H. A. H. (2016). Analisa Hujan Rancangan Partial Series Dengan Berbagai Panjang Data Dan Kala Ulang Hujan. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 221–232. <https://doi.org/10.24002/jts.v12i3.630>
- Arzita, T. D., & Gunarto, D. (2020). Analisis Curah Hujan Efektif Di Daerah Tangkapan Air. *JeLAST*, 9(4), 2–6.
- Asyifa, A., & Mubarok, B. (2022). Banjir Rancangan dan Pengaruhnya Terhadap Kenaikan Muka Air Banjir Dengan Menggunakan Software HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus : Sub-DAS Sungai Tenggang Semarang). *Jurnal Karkasa*, 8(2), 1–7.
- Azmi, M. H., Hendrawan, A. P., & Sisinggih, D. (2022). Studi Perencanaan Tanggul Parapet dan Bronjong Sebagai Salah Satu Upaya Penanggulangan Banjir di Sungai Musi Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), 14. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.02.01>
- Balahanti, R., Mononimbar, W., & Gosal, P. H. (2023). Analisis Tingkat Kerentanan Banjir Di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 11, 69–79.
- Damayanti, A. C., Limantara, L. M., & Haribowo, R. (2022). Analisis Debit Banjir

Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, HSS ITB-1, dan HSS Limantara pada DAS Manikin di Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), 313. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.02.25>

Darmawan, S. M., & Suprajaka. (2016). Analisis tingkat risiko bencana banjir pada kawasan permukiman (Studi kasus : Kelurahan Cengkareng Timur dan Kapuk). *Jurnal Universitas Esa Unggul*, 1–11. <https://digilib.esaunggul.ac.id/analisis-tingkat-risiko-bencana-banjir-pada-kawasan-permukiman-studi-kasus-kelurahan-cengkareng-timur-dan-kelurahan-kapuk/8039>

Eko Aryanto, D., & Hardiman, G. (2017). Kajian Multi Varian Faktor yang Berpengaruh terhadap Infiltrasi Air Tanah sebagai Dasar Penentuan Daerah Potensial Resapan Air Tanah. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 252–257.

Gunawan, G. (2019). Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 47–58. <https://doi.org/10.33369/ijts.9.1.47-58>

Herawati, H., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., Pontianak, T., Teknik, D., Universitas, S., & Pontianak, T. (2021). Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir. *JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 8.

Karuniasa, M., Daulay, H., & Soedarjanto, M. (2019). Determination of The Best Watershed Managment Practice In The Upper Ciliwung Watershed Based on Watershed Sustainability Model. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 3(1), 79–88. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2019.3.1.79-88>

Kustamar, Hargono, E., & Subakti, B. (2018). Strategi Pengendalian Banjir di Kawasan Permukiman Padat. *Buletin Utama Teknik*, 14(1), 1–6. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/793>

Novianti, N., Zaman, B., & Sarminingsih, A. (2022). Kajian Status Mutu Air dan Identifikasi Sumber Pencemaran Sungai Cidurian Segmen Hilir Menggunakan

- Metode Indeks Pencemaran (IP). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 22–29.
<https://doi.org/10.14710/jil.20.1.22-29>
- Nurhijriah, L., Ruhiyat, Y., Saefullah, A., & Rostikawati, D. A. (2022). Pemetaan Distribusi Curah Hujan Rata-Rata Menggunakan Metode Isohyet Di Wilayah Kabupaten Tangerang. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 3(2), 46–55.
<https://doi.org/10.33369/nmj.v3i2.23100>
- Purba, N. A. H. P., Lukman, A., & Sarifah, J. (2021). Perbandingan Metode Mononobe dan Metode Van Breen untuk Pengukuran Intensitas Curah Hujan terhadap Penampang Saluran Drainase. *Buletin Utama Teknik*, 12(2), 119–125.
- Samsudin, W. (2016). Analisis Statistik Dalam Pendugaan Curah Hujan Studi Kasus Di Das Ciliwung Hulu. *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, 7(2), 39–50.
- Tiwery, C. J., Magrib, N. I. D., & Sahetapy, E. P. (2022). Analisis Pemanfaatan Air Hujan dan Perencanaan Sistem Penampungan Air Hujan sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga (Studi Kasus: Jln. Chr. M. Tiahahu, RT 008 Kota Masohi Kabupaten Maluku Tengah). *Jurnal Manumata*, 8(1), 66–74.
- Tombakan, F., & Takaendengan, T. (2021). Identifikasi Dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 3(3), 146–155.
<http://jurnal.polimdo.ac.id/>
- Umum, T., Curah, P., & Wilayah, H. (1998). Teori Dasar Hidrologi. *Pengaruh Perlakuan Panas Dan Penuaan*, 5–18.
- Yulianti, E. (2022). *Pada Sungai Way Laala di Provinsi Maluku (Studi Kasus di Sungai Way Laala , Kabupaten Seram Barat)*.



LAMPIRAN

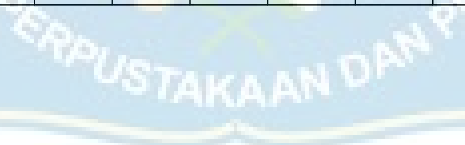
Lampiran 1. Profile output tabel 1

River:	river	Profile:			
Reach:	pangkep	RS:			
		Plan:	PANGKEP JAGONG		
Plan: PANGKEP JAGONG river pangkep					
E.G. Elev (m)	0.48	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.15	Wt. n-Val.	0.040	0.040	0.040
W.S. Elev (m)	0.33	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	-0.41	Flow Area (m ²)	140.23	24.86	19.99
E.G. Slope (m/m)	0.002504	Area (m ²)	140.23	24.86	19.99
Q Total (m ³ /s)	296.65	Flow (m ³ /s)	254.48	20.01	22.16
Top Width (m)	150.61	Top Width (m)	79.97	48.07	22.57
Vel Total (m/s)	1.60	Avg. Vel. (m/s)	1.81	0.80	1.11
Max Chl Dpth (m)	2.33	Hydr. Depth (m)	1.75	0.52	0.89
Conv. Total (m ³ /s)	5927.7	Conv. (m ³ /s)	5085.0	399.8	442.9
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	80.28	48.18	23.97
Min Ch El (m)	-0.86	Shear (N/m ²)	42.90	12.67	20.49
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	77.85	10.20	22.71
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m ³)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m ²)			

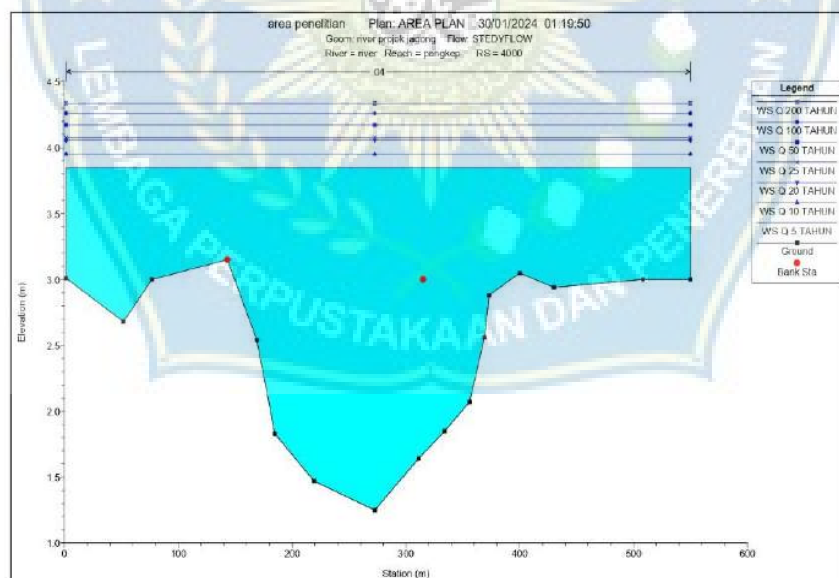
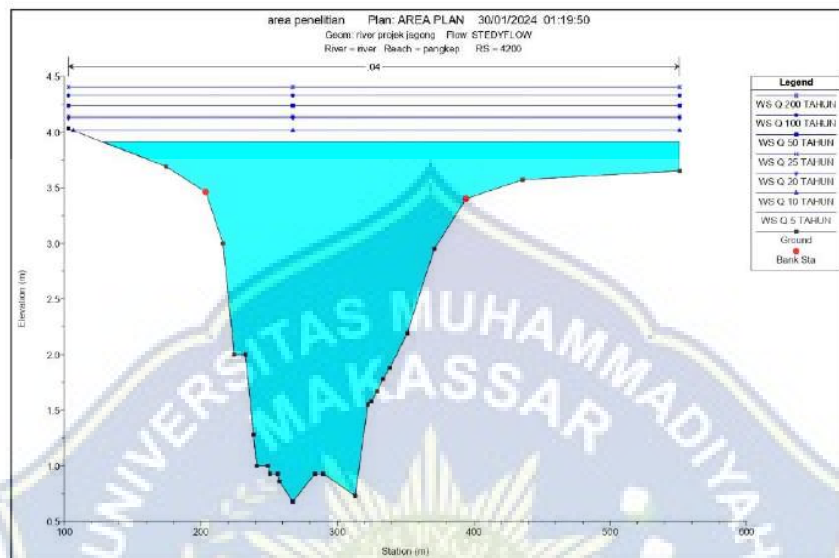


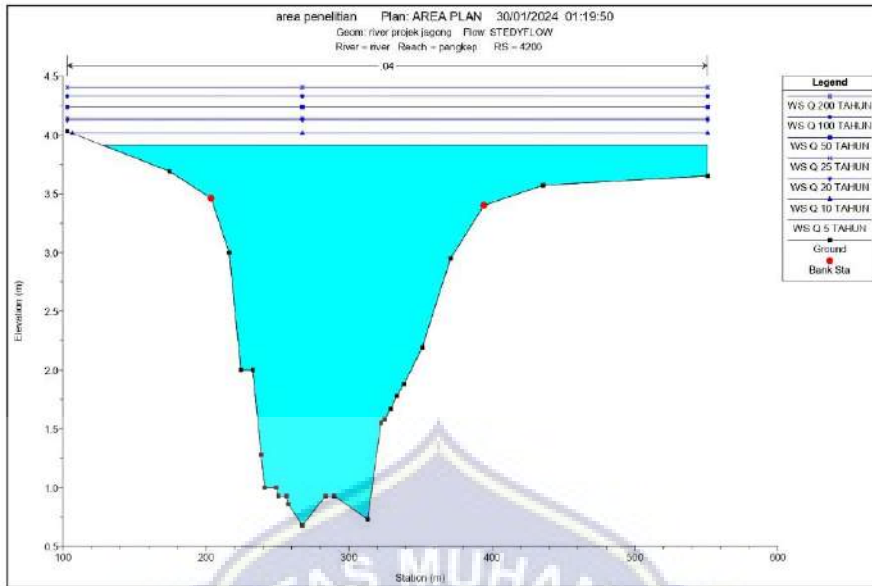
Lampiran 2. Profile output tabel 2

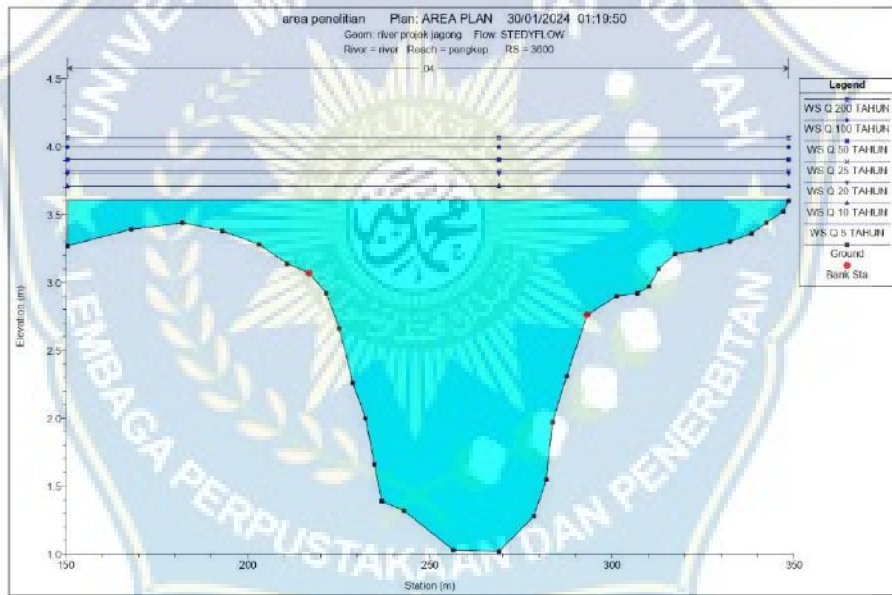
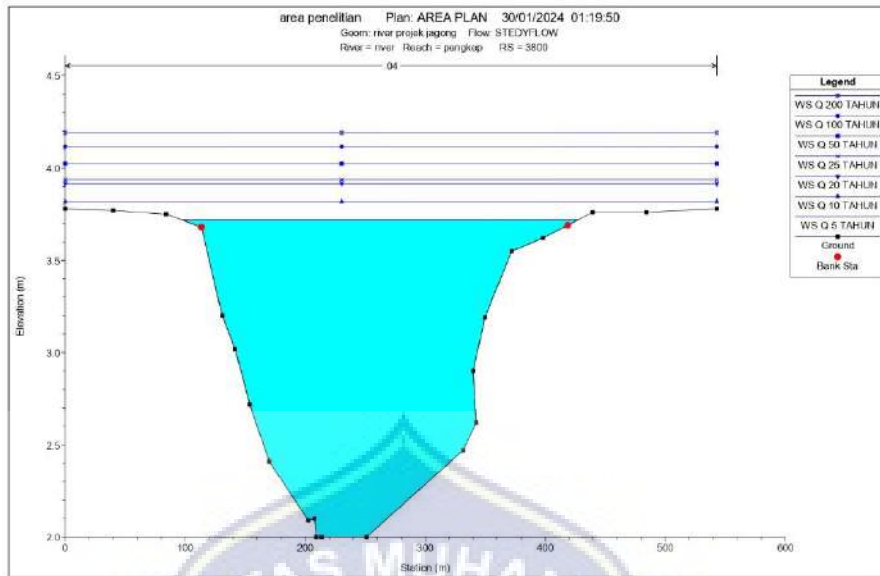
Reach	River STA	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S Elev (m)	E.G.Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Flow Area (m ³ /s)	Froude # Chl
Pangkep	200	Q 5 TAHUN	296,65	-0,86	0,33	0,48	0,002504	0,8	185,09	150,61	222,18	0,36
Pangkep	400	Q 5 TAHUN	296,65	0,61	1,22	1,41	0,009125	1,11	161,92	271,85	143,24	0,63
Pangkep	597	Q 5 TAHUN	296,65	-1,56	1,76	1,8	0,004815	0,9	341,25	194,11	204,35	0,2
Pangkep	736	Q 5 TAHUN	296,65	0	1,96	2	0,009562	1,02	336,16	301,75	173,21	0,27
Pangkep	1032	Q 5 TAHUN	296,65	0,5	2,17	2,2	0,000595	0,58	425,86	370,71	217,68	0,19
Pangkep	1204	Q 5 TAHUN	296,65	-1	2,23	2,24	0,000646	0,29	964,44	500,12	183,27	0,07
Pangkep	1400	Q 5 TAHUN	296,65	3	2,25	2,26	0,000067		634,94	321,78	210,34	0,01
Pangkep	1600	Q 5 TAHUN	296,65	-1	2,29	2,3	0,000136	1,03	33,59	218,37	153,17	0,22
Pangkep	1800	Q 5 TAHUN	296,65	3	2,56	2,72	0,000061		172,8	208,51	164,23	0
Pangkep	2000	Q 5 TAHUN	296,65	-1,09	2,78	2,79	0,000089	0,41	774,72	390,45	216,09	0,09
Pangkep	2200	Q 5 TAHUN	296,65	0	2,82	2,84	0,000614	0,69	463,14	307,17	168,31	0,17
Pangkep	2400	Q 5 TAHUN	296,65	0	2,92	2,93	0,000037	0,5	593,03	294,32	226,34	0,11
Pangkep	2589	Q 5 TAHUN	296,65	2	3,72	4,08	0,000155	0,4	114,45	156,71	152,87	0,9
Pangkep	2800	Q 5 TAHUN	296,65	-1	4,18	4,19	0,001239	0,36	762,25	500,23	220,32	0,09
Pangkep	3000	Q 5 TAHUN	296,65	1	4,2	4,21	0,000087	0,75	500,93	500,45	213,21	0,08
Pangkep	3200	Q 5 TAHUN	296,65	3	4,23	4,24	0,000076	0,62	117,45	500,32	220,32	0,12
Pangkep	3400	Q 5 TAHUN	296,65	0	4,27	4,26	0,000211	0,5	546,76	454,14	213,21	0,13
Pangkep	3600	Q 5 TAHUN	296,65	0,01	4,29	4,28	0,000177	0,62	643,65	500,12	210,08	0,08
Pangkep	3800	Q 5 TAHUN	296,65	1	4,36	4,3	0,000046	0,83	697,72	432,23	147,11	0,07
Pangkep	4000	Q 5 TAHUN	296,65	1	4,38	4,32	0,000013	0,75	765,89	354,32	152,38	0,16
Pangkep	4200	Q 5 TAHUN	296,65	0,5	4,41	4,36	0,000017	0,85	781,34	412,76	192,14	0,13
Pangkep	4400	Q 5 TAHUN	296,65	0	4,44	4,37	0,000012	0,3	823,46	234,78	178,22	0,8
Pangkep	4600	Q 5 TAHUN	296,65	-1,41	4,46	4,4	0,000018	0,5	854,76	328,89	168,28	0,01

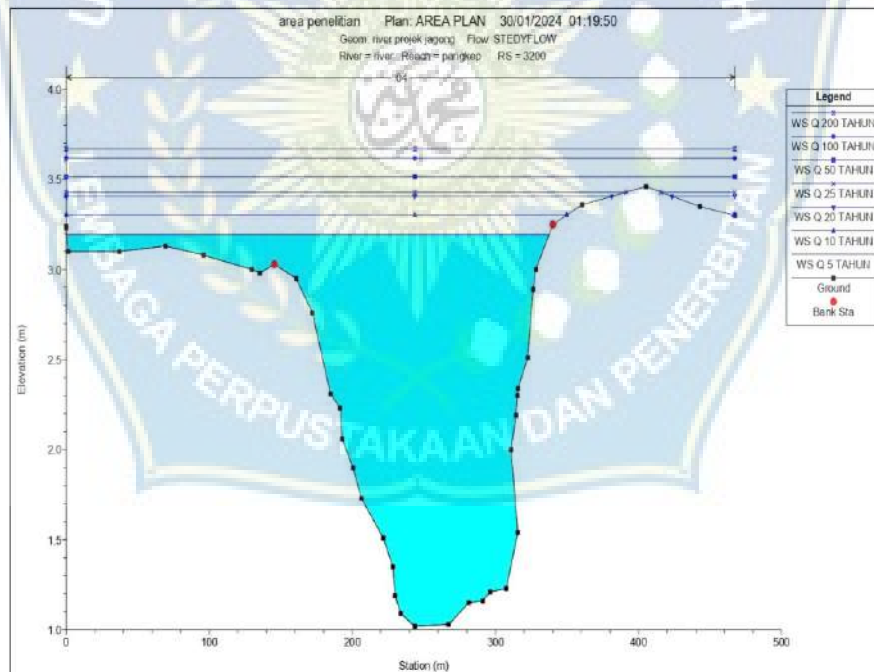
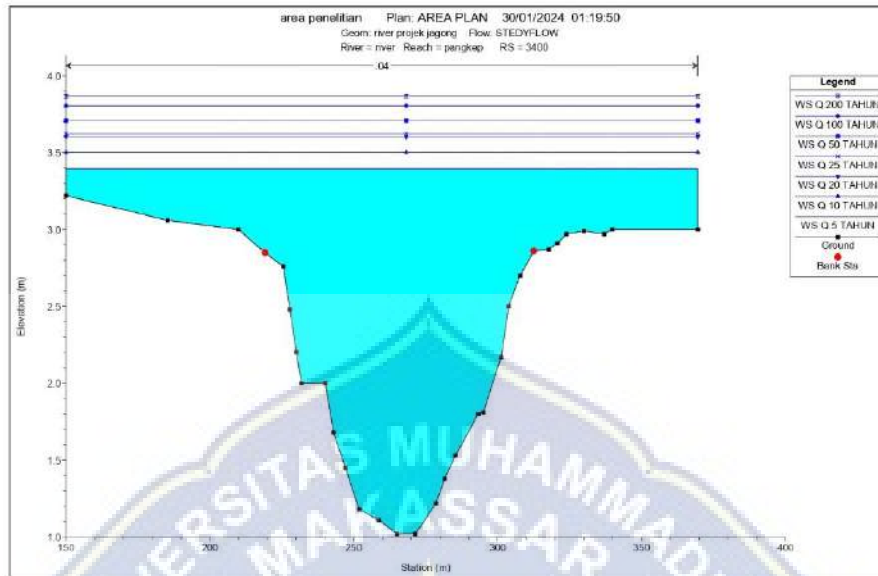


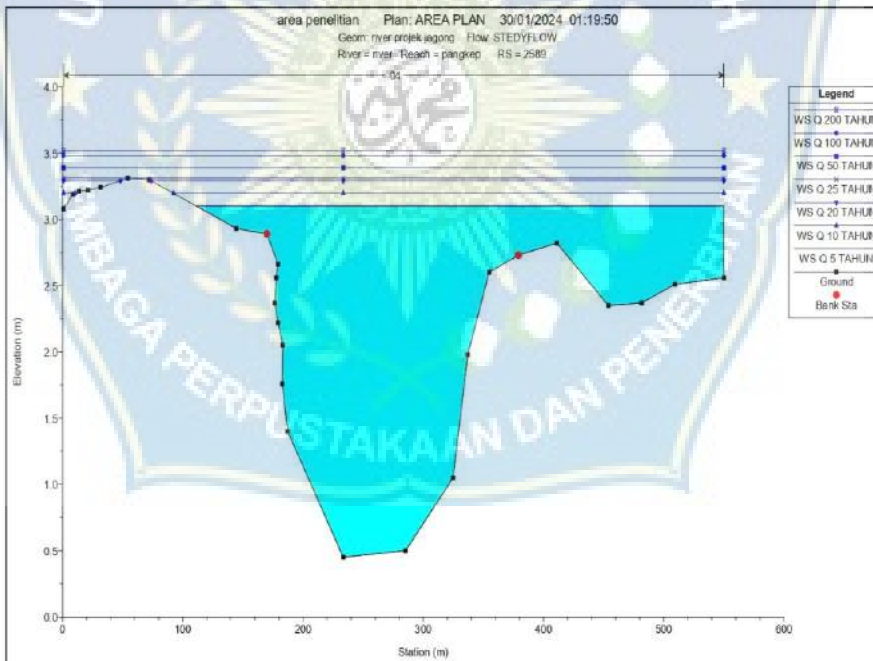
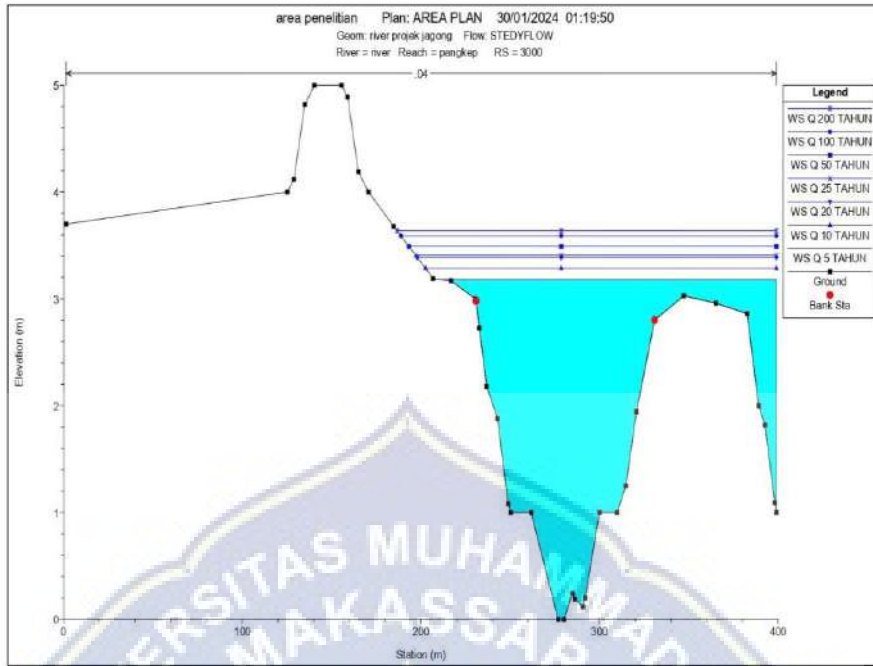
Lampiran 3. Profil melintang Sungai

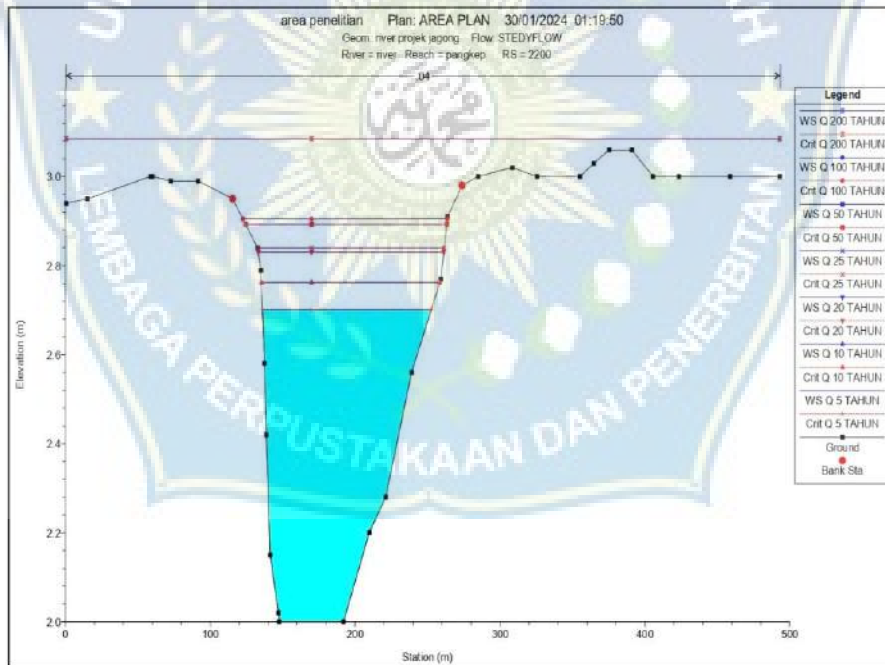
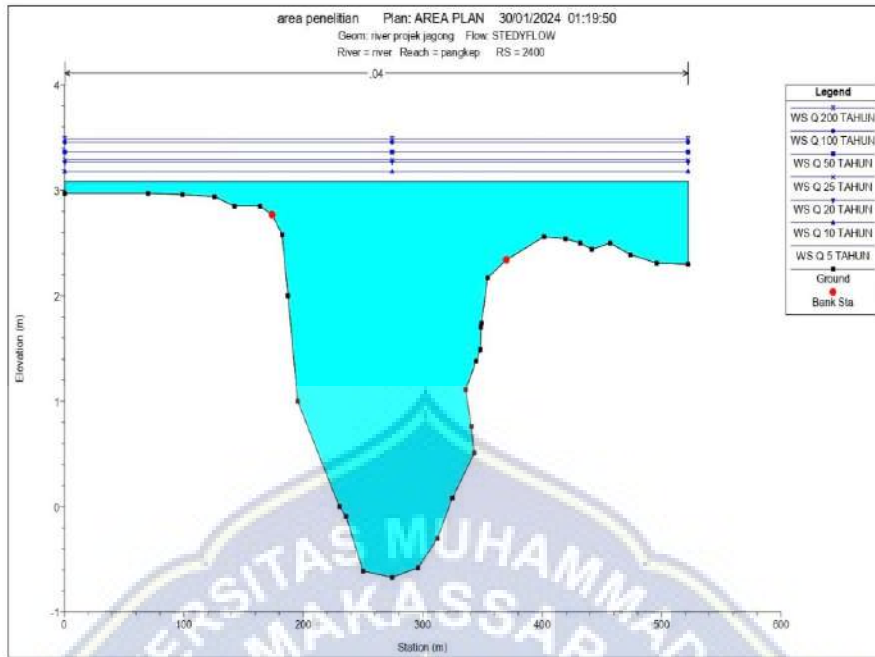


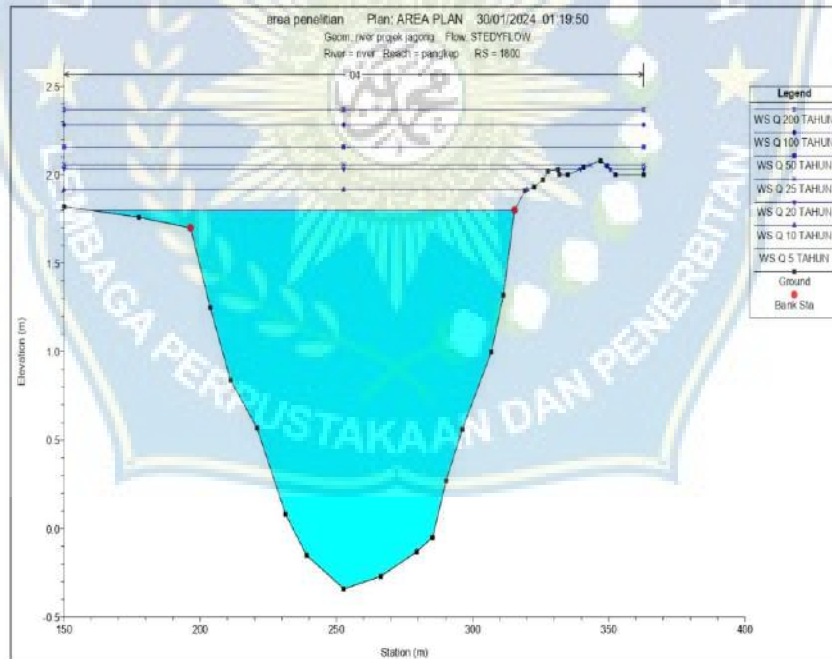
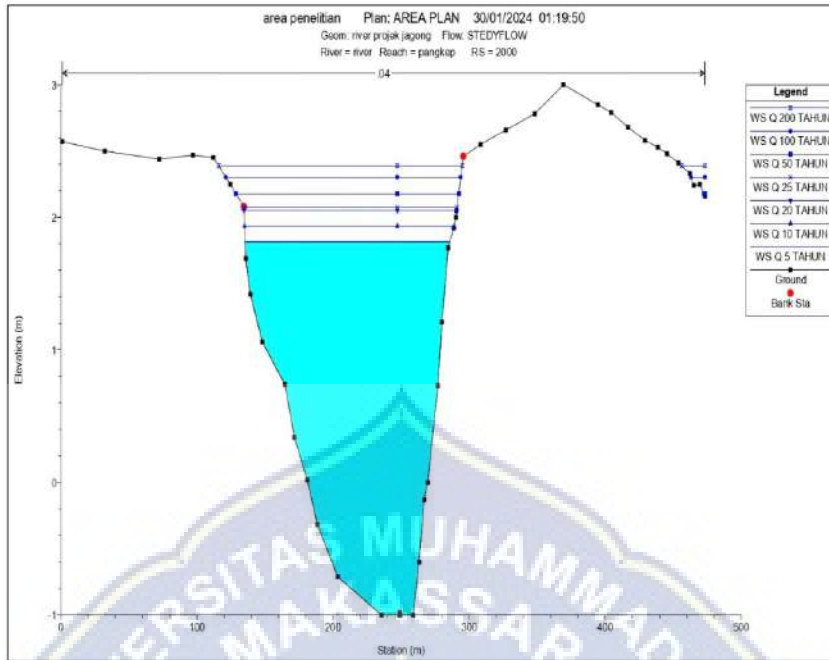


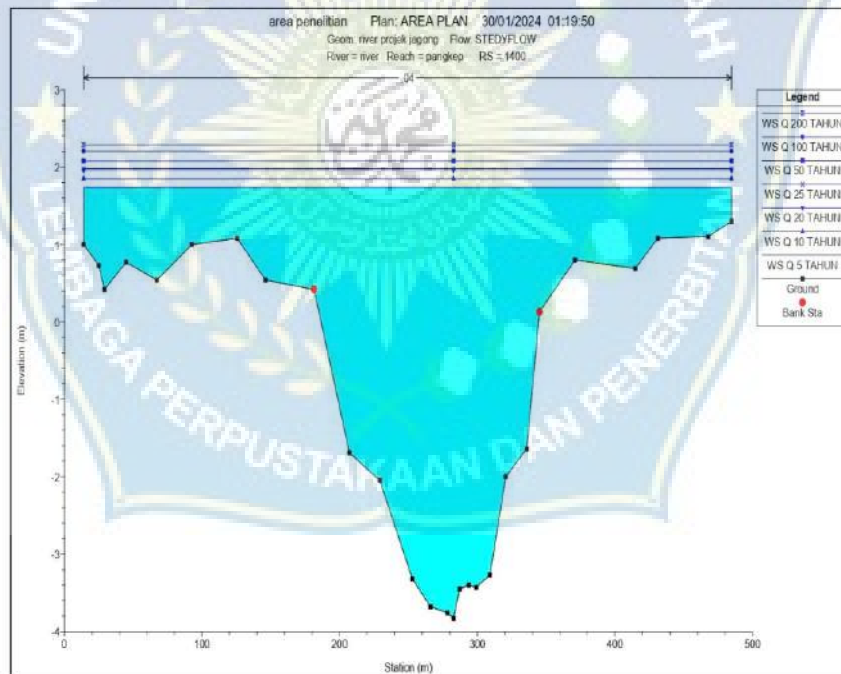
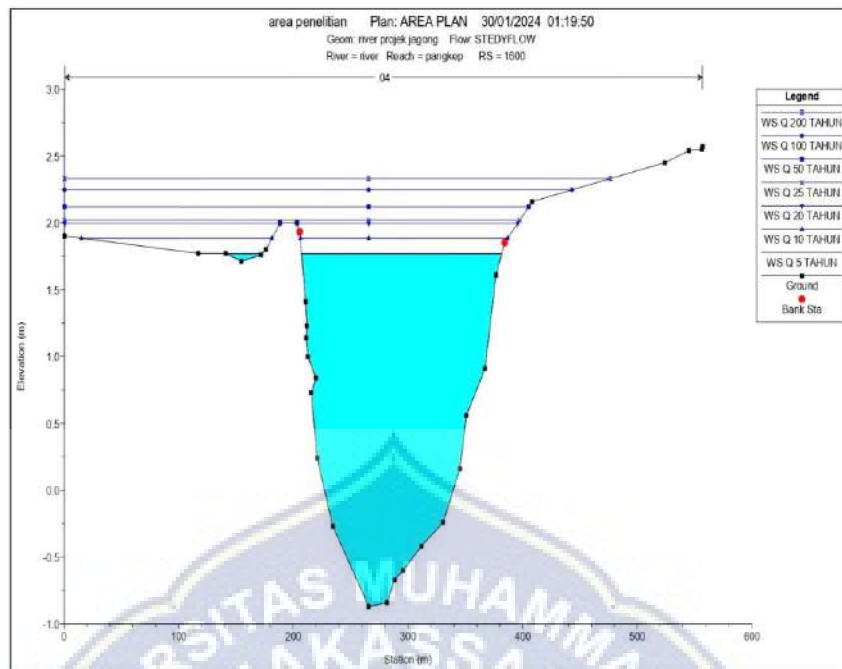


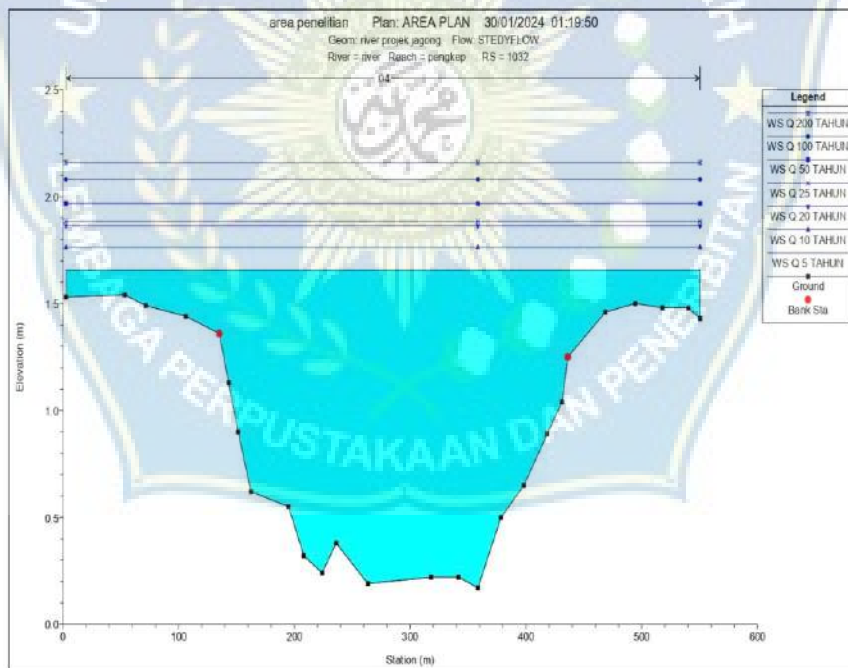
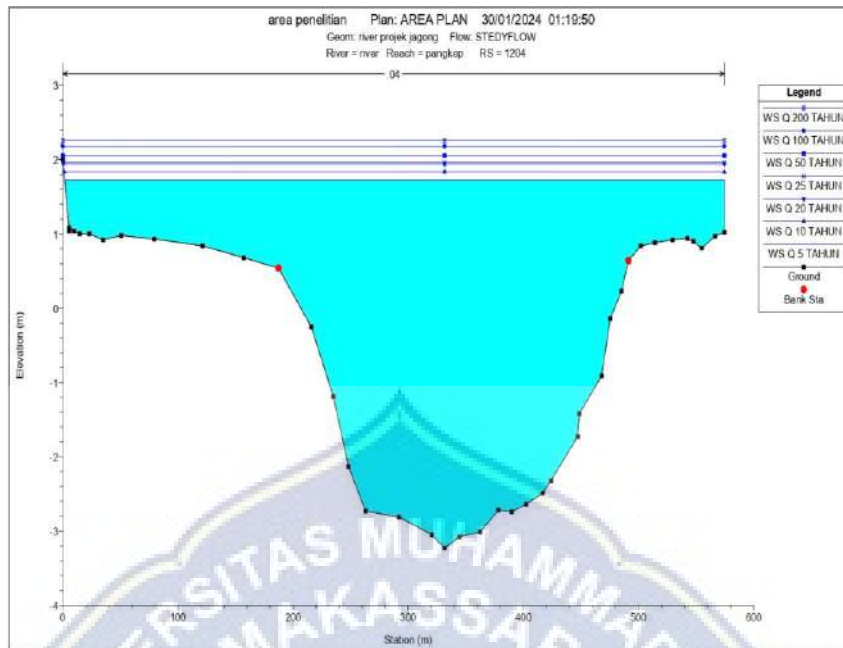


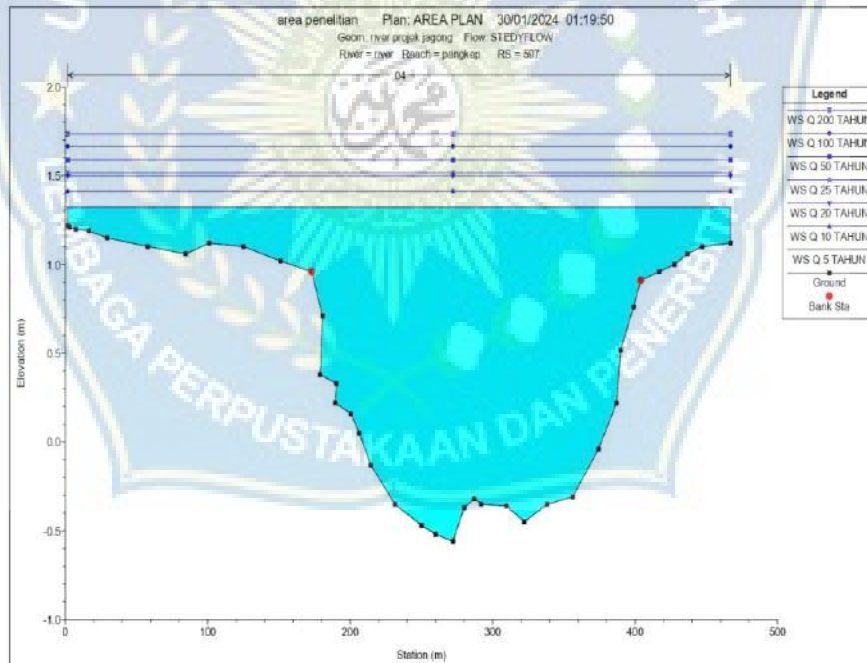
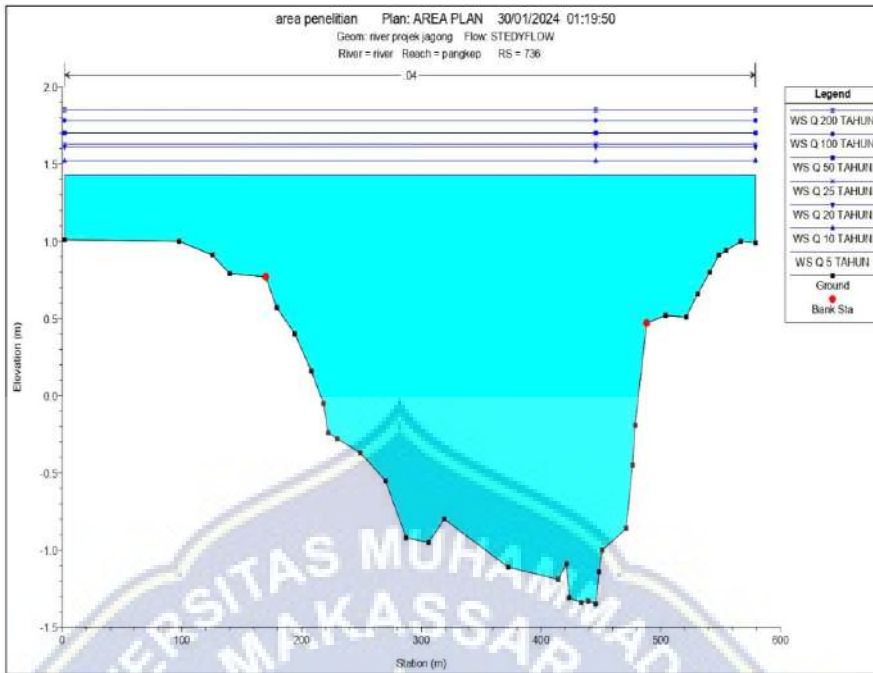


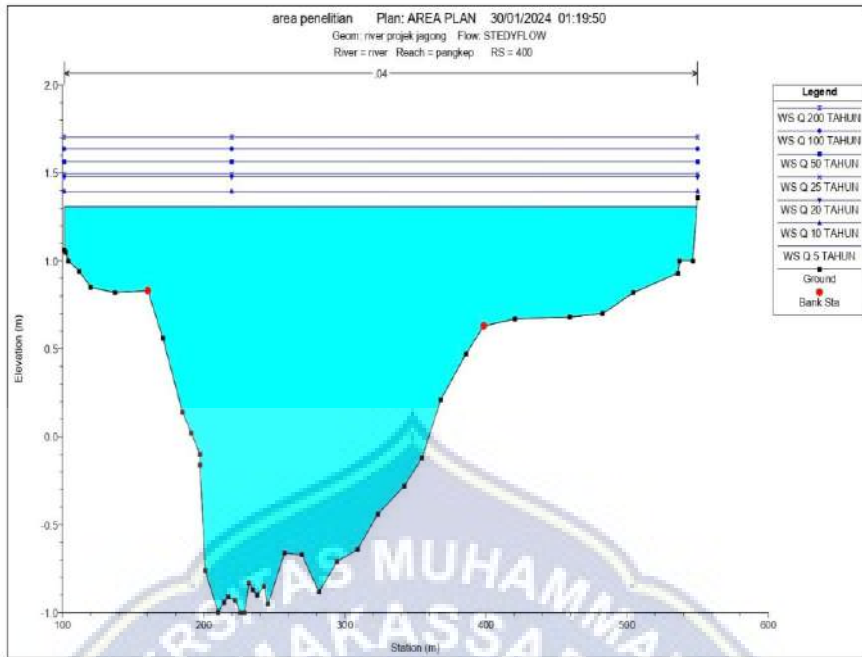












Lampiran 4. Tabel Koefisien manning

Tabel Kekasaran Manning untuk saluran

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030



Lampiran 5. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 5 tahun

t	Qt	distri busi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	36,010	9,360	6,556	5,227	4,414	3,858	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	192,08	49,93					242,01
1,03	5,71	205,72	53,47	37,45				296,65
2	4,85	174,54	45,37	31,78	25,33			277,01
3	4,09	147,35	38,30	26,83	21,39	18,06		251,93
4	3,45	124,40	32,34	22,65	18,06	15,25	13,33	226,02
5	2,92	105,03	27,30	19,12	15,24	12,87	11,25	190,82
6	2,46	88,67	23,05	16,14	12,87	10,87	9,50	161,10
7	2,08	74,86	19,46	13,63	10,87	9,18	8,02	136,01
8	1,76	63,20	16,43	11,51	9,17	7,75	6,77	114,82
8,14	1,71	61,72	16,04	11,24	8,96	7,57	6,61	112,13
9	1,56	56,01	14,56	10,20	8,13	6,87	6,00	101,76
10	1,39	50,03	13,00	9,11	7,26	6,13	5,36	90,90
11	1,24	44,69	11,62	8,14	6,49	5,48	4,79	81,20
12	1,11	39,92	10,38	7,27	5,79	4,89	4,28	72,53
13	0,99	35,66	9,27	6,49	5,18	4,37	3,82	64,79
14	0,88	31,85	8,28	5,80	4,62	3,90	3,41	57,87
15	0,79	28,45	7,40	5,18	4,13	3,49	3,05	51,70
16	0,71	25,42	6,61	4,63	3,69	3,12	2,72	46,18
17	0,63	22,70	5,90	4,13	3,30	2,78	2,43	41,25
18	0,56	20,28	5,27	3,69	2,94	2,49	2,17	36,85
18,81	0,51	18,52	4,81	3,37	2,69	2,27	1,98	33,64
19	0,51	18,21	4,73	3,32	2,64	2,23	1,95	33,09
20	0,46	16,74	4,35	3,05	2,43	2,05	1,79	30,41
21	0,43	15,38	4,00	2,80	2,23	1,88	1,65	27,94
22	0,39	14,13	3,67	2,57	2,05	1,73	1,51	25,67
23	0,36	12,98	3,37	2,36	1,88	1,59	1,39	23,59
24	0,33	11,93	3,10	2,17	1,73	1,46	1,28	21,67
25	0,30	10,96	2,85	2,00	1,59	1,34	1,17	19,91
26	0,28	10,07	2,62	1,83	1,46	1,23	1,08	18,30
27	0,26	9,25	2,41	1,68	1,34	1,13	0,99	16,81
28	0,24	8,50	2,21	1,55	1,23	1,04	0,91	15,45
29	0,22	7,81	2,03	1,42	1,13	0,96	0,84	14,19
30	0,20	7,18	1,87	1,31	1,04	0,88	0,77	13,04
31	0,18	6,60	1,71	1,20	0,96	0,81	0,71	11,98
32	0,17	6,06	1,58	1,10	0,88	0,74	0,65	11,01
33	0,15	5,57	1,45	1,01	0,81	0,68	0,60	10,12
34	0,14	5,12	1,33	0,93	0,74	0,63	0,55	9,30
35	0,13	4,70	1,22	0,86	0,68	0,58	0,50	8,54
36	0,12	4,32	1,12	0,79	0,63	0,53	0,46	7,85
37	0,11	3,97	1,03	0,72	0,58	0,49	0,43	7,21
38	0,10	3,65	0,95	0,66	0,53	0,45	0,39	6,63

Lampiran 6. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 10 tahun

t	Qt	distri busi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	41,313	10,738	7,532	5,997	5,064	4,426	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	220,37	57,28					277,65
1,03	5,71	236,02	61,35	43,03				340,39
2	4,85	200,24	52,05	36,51	29,07			317,86
3	4,09	169,05	43,94	30,82	24,54	20,72		289,07
4	3,45	142,72	37,10	26,02	20,72	17,49	15,29	259,34
5	2,92	120,49	31,32	21,97	17,49	14,77	12,91	218,95
6	2,46	101,73	26,44	18,55	14,77	12,47	10,90	184,85
7	2,08	85,88	22,32	15,66	12,47	10,53	9,20	156,06
8	1,76	72,51	18,85	13,22	10,52	8,89	7,77	131,75
8,14	1,71	70,81	18,40	12,91	10,28	8,68	7,59	128,66
9	1,56	64,26	16,70	11,71	9,33	7,88	6,88	116,76
10	1,39	57,40	14,92	10,46	8,33	7,04	6,15	104,30
11	1,24	51,27	13,33	9,35	7,44	6,28	5,49	93,17
12	1,11	45,80	11,90	8,35	6,65	5,61	4,91	83,22
13	0,99	40,91	10,63	7,46	5,94	5,01	4,38	74,34
14	0,88	36,54	9,50	6,66	5,30	4,48	3,92	66,40
15	0,79	32,64	8,48	5,95	4,74	4,00	3,50	59,32
16	0,71	29,16	7,58	5,32	4,23	3,57	3,12	52,99
17	0,63	26,05	6,77	4,75	3,78	3,19	2,79	47,33
18	0,56	23,27	6,05	4,24	3,38	2,85	2,49	42,28
18,81	0,51	21,24	5,52	3,87	3,08	2,60	2,28	38,60
19	0,51	20,90	5,43	3,81	3,03	2,56	2,24	37,97
20	0,46	19,20	4,99	3,50	2,79	2,35	2,06	34,89
21	0,43	17,64	4,59	3,22	2,56	2,16	1,89	32,06
22	0,39	16,21	4,21	2,96	2,35	1,99	1,74	29,46
23	0,36	14,89	3,87	2,72	2,16	1,83	1,60	27,06
24	0,33	13,69	3,56	2,50	1,99	1,68	1,47	24,87
25	0,30	12,57	3,27	2,29	1,83	1,54	1,35	22,85
26	0,28	11,55	3,00	2,11	1,68	1,42	1,24	20,99
27	0,26	10,62	2,76	1,94	1,54	1,30	1,14	19,29
28	0,24	9,75	2,54	1,78	1,42	1,20	1,05	17,72
29	0,22	8,96	2,33	1,63	1,30	1,10	0,96	16,29
30	0,20	8,24	2,14	1,50	1,20	1,01	0,88	14,96
31	0,18	7,57	1,97	1,38	1,10	0,93	0,81	13,75
32	0,17	6,95	1,81	1,27	1,01	0,85	0,74	12,63
33	0,15	6,39	1,66	1,16	0,93	0,78	0,68	11,61
34	0,14	5,87	1,53	1,07	0,85	0,72	0,63	10,67
35	0,13	5,39	1,40	0,98	0,78	0,66	0,58	9,80
36	0,12	4,96	1,29	0,90	0,72	0,61	0,53	9,00
37	0,11	4,55	1,18	0,83	0,66	0,56	0,49	8,27
38	0,10	4,18	1,09	0,76	0,61	0,51	0,45	7,60

Lampiran 7. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 20 tahun

t	Qt	distri busi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	46,908	12,192	8,553	6,809	5,750	5,026	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	250,21	65,03					315,25
1,03	5,71	267,98	69,65	48,86				386,50
2	4,85	227,36	59,09	41,46	33,00			360,91
3	4,09	191,95	49,89	35,00	27,86	23,53		328,22
4	3,45	162,05	42,12	29,55	23,52	19,86	17,36	294,47
5	2,92	136,81	35,56	24,95	19,86	16,77	14,66	248,60
6	2,46	115,50	30,02	21,06	16,77	14,16	12,38	209,88
7	2,08	97,51	25,34	17,78	14,15	11,95	10,45	177,19
8	1,76	82,32	21,40	15,01	11,95	10,09	8,82	149,59
8,14	1,71	80,39	20,90	14,66	11,67	9,85	8,61	146,09
9	1,56	72,96	18,96	13,30	10,59	8,94	7,82	132,58
10	1,39	65,17	16,94	11,88	9,46	7,99	6,98	118,42
11	1,24	58,22	15,13	10,61	8,45	7,14	6,24	105,78
12	1,11	52,00	13,52	9,48	7,55	6,37	5,57	94,49
13	0,99	46,45	12,07	8,47	6,74	5,69	4,98	84,41
14	0,88	41,49	10,78	7,57	6,02	5,09	4,45	75,40
15	0,79	37,06	9,63	6,76	5,38	4,54	3,97	67,35
16	0,71	33,11	8,61	6,04	4,81	4,06	3,55	60,16
17	0,63	29,57	7,69	5,39	4,29	3,63	3,17	53,74
18	0,56	26,42	6,87	4,82	3,83	3,24	2,83	48,00
18,81	0,51	24,12	6,27	4,40	3,50	2,96	2,58	43,83
19	0,51	23,73	6,17	4,33	3,44	2,91	2,54	43,12
20	0,46	21,80	5,67	3,98	3,16	2,67	2,34	39,62
21	0,43	20,03	5,21	3,65	2,91	2,46	2,15	36,40
22	0,39	18,41	4,78	3,36	2,67	2,26	1,97	33,45
23	0,36	16,91	4,40	3,08	2,45	2,07	1,81	30,73
24	0,33	15,54	4,04	2,83	2,26	1,90	1,66	28,24
25	0,30	14,28	3,71	2,60	2,07	1,75	1,53	25,94
26	0,28	13,12	3,41	2,39	1,90	1,61	1,41	23,84
27	0,26	12,05	3,13	2,20	1,75	1,48	1,29	21,90
28	0,24	11,08	2,88	2,02	1,61	1,36	1,19	20,13
29	0,22	10,18	2,64	1,86	1,48	1,25	1,09	18,49
30	0,20	9,35	2,43	1,70	1,36	1,15	1,00	16,99
31	0,18	8,59	2,23	1,57	1,25	1,05	0,92	15,61
32	0,17	7,89	2,05	1,44	1,15	0,97	0,85	14,34
33	0,15	7,25	1,89	1,32	1,05	0,89	0,78	13,18
34	0,14	6,66	1,73	1,22	0,97	0,82	0,71	12,11
35	0,13	6,12	1,59	1,12	0,89	0,75	0,66	11,13
36	0,12	5,63	1,46	1,03	0,82	0,69	0,60	10,22
37	0,11	5,17	1,34	0,94	0,75	0,63	0,55	9,39
38	0,10	4,75	1,23	0,87	0,69	0,58	0,51	8,63

Lampiran 8. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 25 tahun

t	Qt	distri busi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	48,115	12,506	8,773	6,984	5,898	5,155	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	256,65	66,71					323,36
1,03	5,71	274,88	71,45	50,12				396,44
2	4,85	233,21	60,61	42,52	33,85			370,19
3	4,09	196,88	51,17	35,90	28,58	24,13		336,67
4	3,45	166,22	43,20	30,31	24,13	20,38	17,81	302,04
5	2,92	140,33	36,47	25,59	20,37	17,20	15,03	255,00
6	2,46	118,47	30,79	21,60	17,20	14,52	12,69	215,28
7	2,08	100,02	26,00	18,24	14,52	12,26	10,72	181,75
8	1,76	84,44	21,95	15,40	12,26	10,35	9,05	153,44
8,14	1,71	82,46	21,43	15,04	11,97	10,11	8,84	149,85
9	1,56	74,84	19,45	13,65	10,86	9,17	8,02	135,99
10	1,39	66,85	17,38	12,19	9,70	8,19	7,16	121,47
11	1,24	59,71	15,52	10,89	8,67	7,32	6,40	108,51
12	1,11	53,34	13,86	9,73	7,74	6,54	5,71	96,92
13	0,99	47,65	12,38	8,69	6,92	5,84	5,10	86,58
14	0,88	42,56	11,06	7,76	6,18	5,22	4,56	77,34
15	0,79	38,02	9,88	6,93	5,52	4,66	4,07	69,08
16	0,71	33,96	8,83	6,19	4,93	4,16	3,64	61,71
17	0,63	30,34	7,88	5,53	4,40	3,72	3,25	55,12
18	0,56	27,10	7,04	4,94	3,93	3,32	2,90	49,24
18,81	0,51	24,74	6,43	4,51	3,59	3,03	2,65	44,95
19	0,51	24,34	6,33	4,44	3,53	2,98	2,61	44,22
20	0,46	22,36	5,81	4,08	3,25	2,74	2,40	40,63
21	0,43	20,55	5,34	3,75	2,98	2,52	2,20	37,34
22	0,39	18,88	4,91	3,44	2,74	2,31	2,02	34,31
23	0,36	17,35	4,51	3,16	2,52	2,13	1,86	31,52
24	0,33	15,94	4,14	2,91	2,31	1,95	1,71	28,96
25	0,30	14,65	3,81	2,67	2,13	1,80	1,57	26,61
26	0,28	13,46	3,50	2,45	1,95	1,65	1,44	24,45
27	0,26	12,36	3,21	2,25	1,79	1,52	1,32	22,47
28	0,24	11,36	2,95	2,07	1,65	1,39	1,22	20,64
29	0,22	10,44	2,71	1,90	1,52	1,28	1,12	18,97
30	0,20	9,59	2,49	1,75	1,39	1,18	1,03	17,43
31	0,18	8,81	2,29	1,61	1,28	1,08	0,94	16,01
32	0,17	8,10	2,10	1,48	1,18	0,99	0,87	14,71
33	0,15	7,44	1,93	1,36	1,08	0,91	0,80	13,52
34	0,14	6,84	1,78	1,25	0,99	0,84	0,73	12,42
35	0,13	6,28	1,63	1,15	0,91	0,77	0,67	11,41
36	0,12	5,77	1,50	1,05	0,84	0,71	0,62	10,49
37	0,11	5,30	1,38	0,97	0,77	0,65	0,57	9,64
38	0,10	4,87	1,27	0,89	0,71	0,60	0,52	8,85

Lampiran 9. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 50 tahun

t	Qt	distri busi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	53,370	13,872	9,310	7,747	6,542	5,718	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	284,68	73,99					358,68
1,03	5,71	304,90	79,25	53,19				437,34
2	4,85	258,68	67,24	45,12	37,55			408,59
3	4,09	218,39	56,76	38,10	31,70	26,77		371,72
4	3,45	184,37	47,92	32,16	26,76	22,60	19,75	333,58
5	2,92	155,66	40,46	27,15	22,59	19,08	16,68	281,62
6	2,46	131,41	34,16	22,92	19,08	16,11	14,08	237,76
7	2,08	110,95	28,84	19,35	16,10	13,60	11,89	200,73
8	1,76	93,67	24,35	16,34	13,60	11,48	10,04	169,46
8,14	1,71	91,47	23,77	15,96	13,28	11,21	9,80	165,49
9	1,56	83,01	21,58	14,48	12,05	10,18	8,89	150,18
10	1,39	74,15	19,27	12,93	10,76	9,09	7,94	134,15
11	1,24	66,23	17,22	11,55	9,61	8,12	7,10	119,83
12	1,11	59,17	15,38	10,32	8,59	7,25	6,34	107,04
13	0,99	52,85	13,74	9,22	7,67	6,48	5,66	95,62
14	0,88	47,21	12,27	8,24	6,85	5,79	5,06	85,41
15	0,79	42,17	10,96	7,36	6,12	5,17	4,52	76,30
16	0,71	37,67	9,79	6,57	5,47	4,62	4,04	68,15
17	0,63	33,65	8,75	5,87	4,88	4,12	3,61	60,88
18	0,56	30,06	7,81	5,24	4,36	3,68	3,22	54,38
18,81	0,51	27,44	7,13	4,79	3,98	3,36	2,94	49,65
19	0,51	27,00	7,02	4,71	3,92	3,31	2,89	48,84
20	0,46	24,80	6,45	4,33	3,60	3,04	2,66	44,88
21	0,43	22,79	5,92	3,98	3,31	2,79	2,44	41,23
22	0,39	20,94	5,44	3,65	3,04	2,57	2,24	37,89
23	0,36	19,24	5,00	3,36	2,79	2,36	2,06	34,81
24	0,33	17,68	4,60	3,08	2,57	2,17	1,89	31,99
25	0,30	16,24	4,22	2,83	2,36	1,99	1,74	29,39
26	0,28	14,93	3,88	2,60	2,17	1,83	1,60	27,00
27	0,26	13,71	3,56	2,39	1,99	1,68	1,47	24,81
28	0,24	12,60	3,28	2,20	1,83	1,54	1,35	22,80
29	0,22	11,58	3,01	2,02	1,68	1,42	1,24	20,95
30	0,20	10,64	2,77	1,86	1,54	1,30	1,14	19,25
31	0,18	9,78	2,54	1,71	1,42	1,20	1,05	17,69
32	0,17	8,98	2,33	1,57	1,30	1,10	0,96	16,25
33	0,15	8,25	2,15	1,44	1,20	1,01	0,88	14,93
34	0,14	7,58	1,97	1,32	1,10	0,93	0,81	13,72
35	0,13	6,97	1,81	1,22	1,01	0,85	0,75	12,61
36	0,12	6,40	1,66	1,12	0,93	0,78	0,69	11,58
37	0,11	5,88	1,53	1,03	0,85	0,72	0,63	10,64
38	0,10	5,40	1,40	0,94	0,78	0,66	0,58	9,78

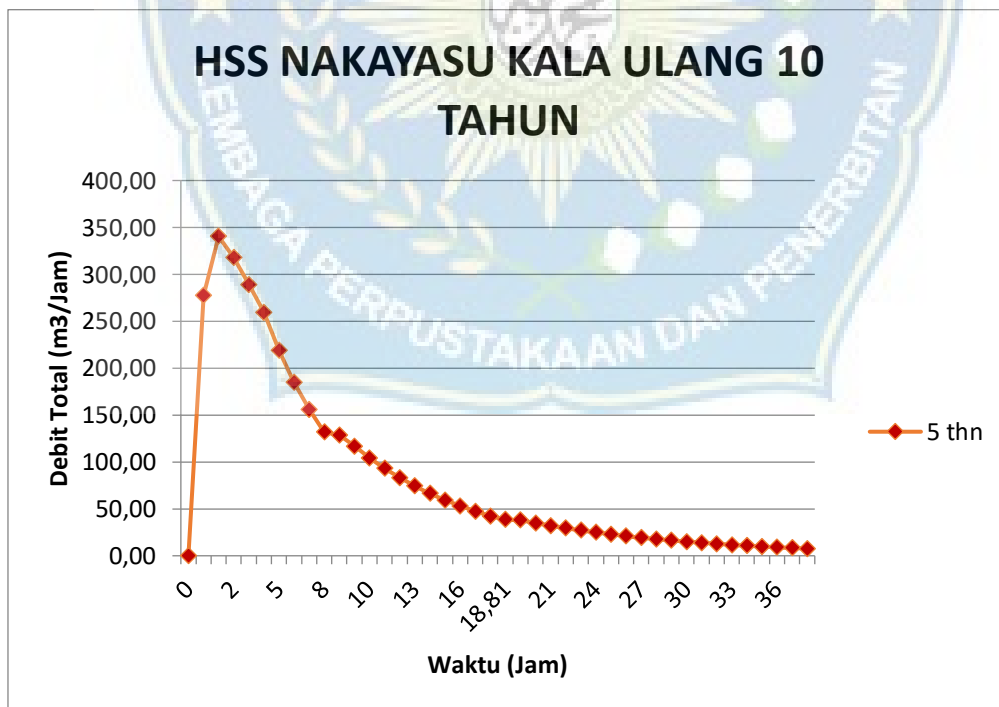
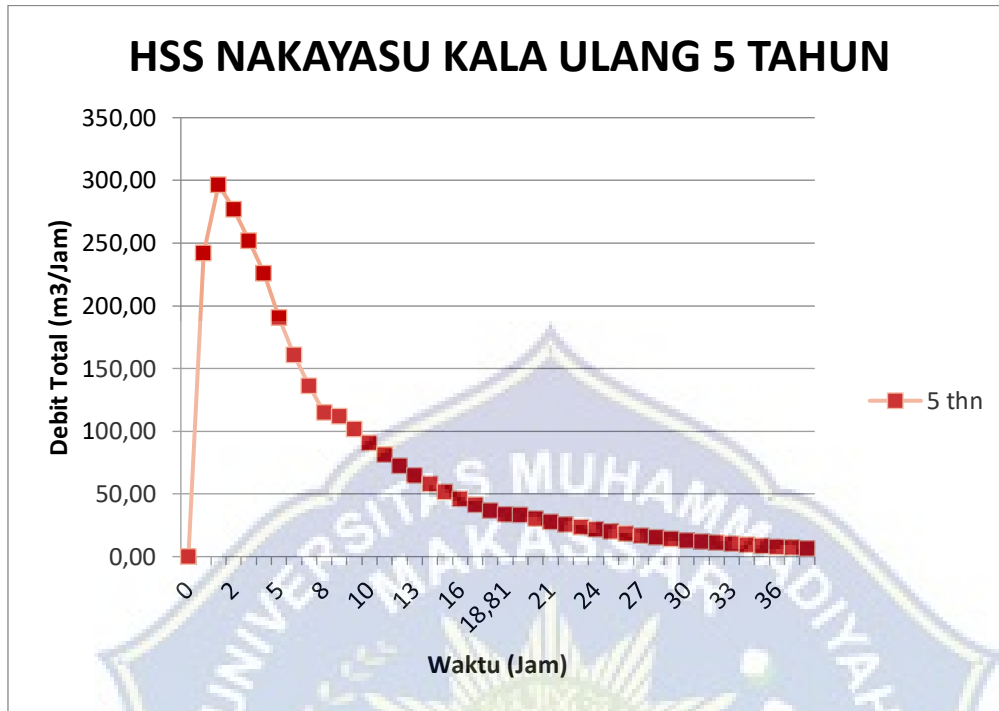
Lampiran 10. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 100 tahun

t	Qt	distribusi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	58,669	15,249	10,697	8,516	7,191	6,286	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	312,95	81,34					394,29
1,03	5,71	335,17	87,12	61,11				483,40
2	4,85	284,36	73,91	51,85	41,28			451,39
3	4,09	240,07	62,40	43,77	34,85	29,43		410,51
4	3,45	202,68	52,68	36,95	29,42	24,84	21,72	368,29
5	2,92	171,11	44,47	31,20	24,84	20,97	18,33	310,93
6	2,46	144,46	37,55	26,34	20,97	17,71	15,48	262,50
7	2,08	121,96	31,70	22,24	17,70	14,95	13,07	221,62
8	1,76	102,97	26,76	18,77	14,95	12,62	11,03	187,10
8,14	1,71	100,55	26,13	18,33	14,60	12,32	10,77	182,71
9	1,56	91,25	23,72	16,64	13,25	11,18	9,78	165,81
10	1,39	81,51	21,19	14,86	11,83	9,99	8,73	148,11
11	1,24	72,81	18,92	13,28	10,57	8,92	7,80	132,31
12	1,11	65,04	16,90	11,86	9,44	7,97	6,97	118,18
13	0,99	58,10	15,10	10,59	8,43	7,12	6,22	105,57
14	0,88	51,90	13,49	9,46	7,53	6,36	5,56	94,30
15	0,79	46,36	12,05	8,45	6,73	5,68	4,97	84,24
16	0,71	41,41	10,76	7,55	6,01	5,08	4,44	75,25
17	0,63	36,99	9,61	6,74	5,37	4,53	3,96	67,21
18	0,56	33,04	8,59	6,02	4,80	4,05	3,54	60,04
18,81	0,51	30,17	7,84	5,50	4,38	3,70	3,23	54,81
19	0,51	29,68	7,71	5,41	4,31	3,64	3,18	53,92
20	0,46	27,27	7,09	4,97	3,96	3,34	2,92	49,55
21	0,43	25,05	6,51	4,57	3,64	3,07	2,68	45,53
22	0,39	23,02	5,98	4,20	3,34	2,82	2,47	41,83
23	0,36	21,15	5,50	3,86	3,07	2,59	2,27	38,44
24	0,33	19,43	5,05	3,54	2,82	2,38	2,08	35,32
25	0,30	17,86	4,64	3,26	2,59	2,19	1,91	32,45
26	0,28	16,41	4,26	2,99	2,38	2,01	1,76	29,81
27	0,26	15,08	3,92	2,75	2,19	1,85	1,62	27,39
28	0,24	13,85	3,60	2,53	2,01	1,70	1,48	25,17
29	0,22	12,73	3,31	2,32	1,85	1,56	1,36	23,13
30	0,20	11,69	3,04	2,13	1,70	1,43	1,25	21,25
31	0,18	10,75	2,79	1,96	1,56	1,32	1,15	19,53
32	0,17	9,87	2,57	1,80	1,43	1,21	1,06	17,94
33	0,15	9,07	2,36	1,65	1,32	1,11	0,97	16,48
34	0,14	8,34	2,17	1,52	1,21	1,02	0,89	15,15
35	0,13	7,66	1,99	1,40	1,11	0,94	0,82	13,92
36	0,12	7,04	1,83	1,28	1,02	0,86	0,75	12,79
37	0,11	6,47	1,68	1,18	0,94	0,79	0,69	11,75
38	0,10	5,94	1,54	1,08	0,86	0,73	0,64	10,80

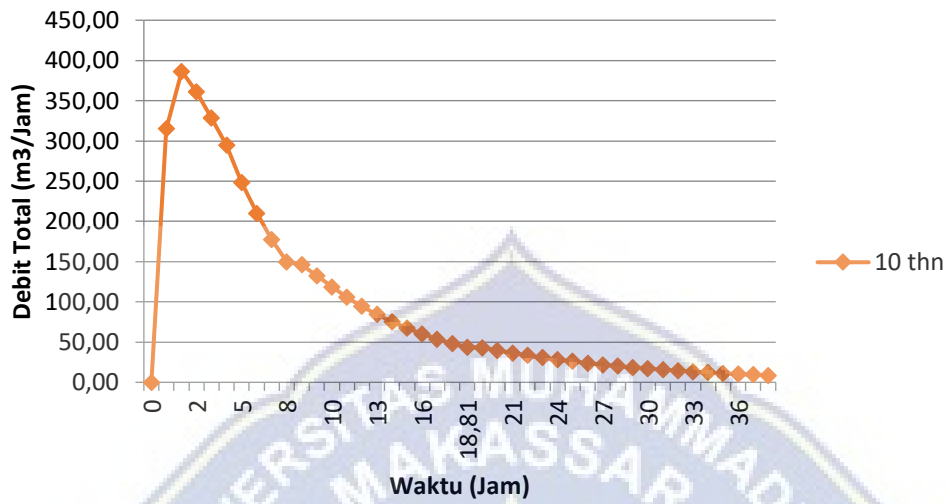
Lampiran 11. Tabel Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang 200 tahun

t	Qt	distri busi hujan efektif jam-jaman						Q total
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
jam	m3/jam	63,953	16,623	11,660	9,283	7,839	6,852	m3/jam
0	0,00	0,00						0,00
1	5,33	341,13	88,67					429,80
1,03	5,71	365,36	94,97	66,61				526,94
2	4,85	309,97	80,57	56,51	44,99			492,05
3	4,09	261,69	68,02	47,71	37,99	32,08		447,49
4	3,45	220,93	57,43	40,28	32,07	27,08	23,67	401,46
5	2,92	186,52	48,48	34,01	27,07	22,86	19,98	338,93
6	2,46	157,47	40,93	28,71	22,86	19,30	16,87	286,14
7	2,08	132,95	34,56	24,24	19,30	16,30	14,24	241,58
8	1,76	112,24	29,17	20,46	16,29	13,76	12,03	203,95
8,14	1,71	109,61	28,49	19,98	15,91	13,44	11,74	199,17
9	1,56	99,47	25,85	18,14	14,44	12,19	10,66	180,75
10	1,39	88,85	23,10	16,20	12,90	10,89	9,52	161,46
11	1,24	79,37	20,63	14,47	11,52	9,73	8,50	144,22
12	1,11	70,90	18,43	12,93	10,29	8,69	7,60	128,83
13	0,99	63,33	16,46	11,55	9,19	7,76	6,79	115,08
14	0,88	56,57	14,70	10,31	8,21	6,93	6,06	102,80
15	0,79	50,53	13,13	9,21	7,33	6,19	5,41	91,82
16	0,71	45,14	11,73	8,23	6,55	5,53	4,84	82,02
17	0,63	40,32	10,48	7,35	5,85	4,94	4,32	73,27
18	0,56	36,02	9,36	6,57	5,23	4,41	3,86	65,45
18,81	0,51	32,88	8,55	6,00	4,77	4,03	3,52	59,75
19	0,51	32,35	8,41	5,90	4,70	3,97	3,47	58,78
20	0,46	29,72	7,73	5,42	4,31	3,64	3,18	54,01
21	0,43	27,31	7,10	4,98	3,96	3,35	2,93	49,63
22	0,39	25,09	6,52	4,58	3,64	3,08	2,69	45,60
23	0,36	23,06	5,99	4,20	3,35	2,83	2,47	41,90
24	0,33	21,19	5,51	3,86	3,08	2,60	2,27	38,50
25	0,30	19,47	5,06	3,55	2,83	2,39	2,09	35,37
26	0,28	17,89	4,65	3,26	2,60	2,19	1,92	32,50
27	0,26	16,43	4,27	3,00	2,39	2,01	1,76	29,86
28	0,24	15,10	3,92	2,75	2,19	1,85	1,62	27,44
29	0,22	13,87	3,61	2,53	2,01	1,70	1,49	25,21
30	0,20	12,75	3,31	2,32	1,85	1,56	1,37	23,16
31	0,18	11,71	3,04	2,14	1,70	1,44	1,25	21,28
32	0,17	10,76	2,80	1,96	1,56	1,32	1,15	19,56
33	0,15	9,89	2,57	1,80	1,44	1,21	1,06	17,97
34	0,14	9,09	2,36	1,66	1,32	1,11	0,97	16,51
35	0,13	8,35	2,17	1,52	1,21	1,02	0,89	15,17
36	0,12	7,67	1,99	1,40	1,11	0,94	0,82	13,94
37	0,11	7,05	1,83	1,29	1,02	0,86	0,76	12,81
38	0,10	6,48	1,68	1,18	0,94	0,79	0,69	11,77

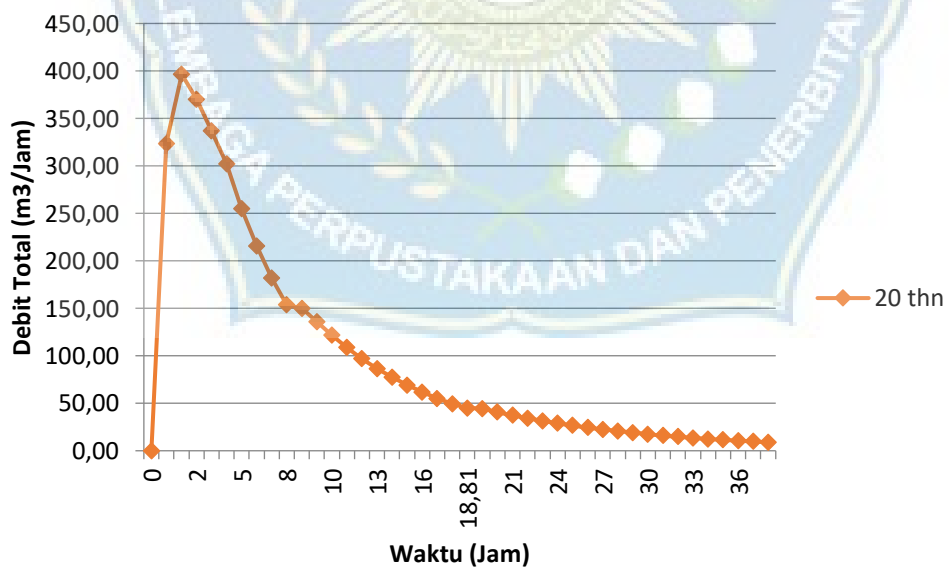
Lampiran 12. Grafik Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu kala ulang tahun



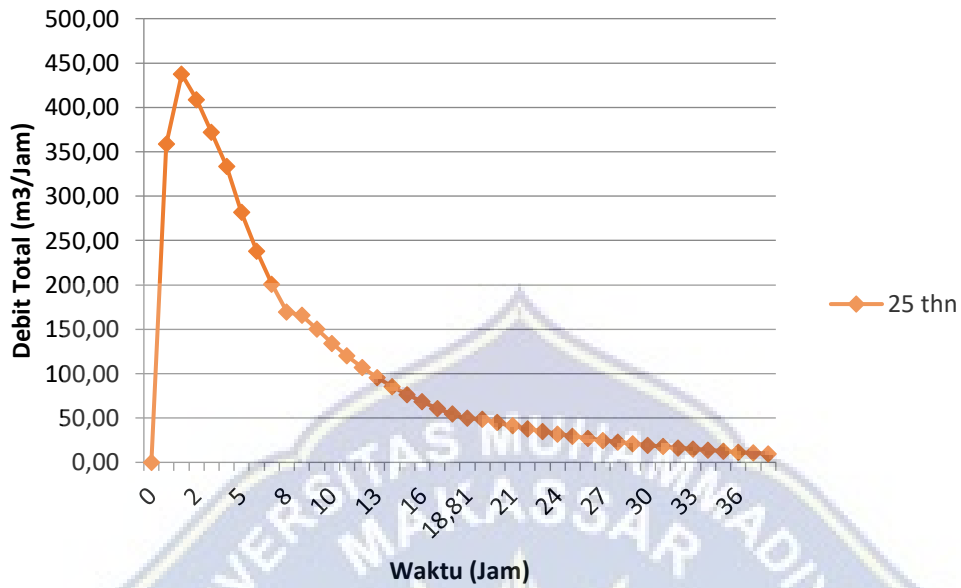
HSS NAKAYASU KALA ULANG 20 TAHUN



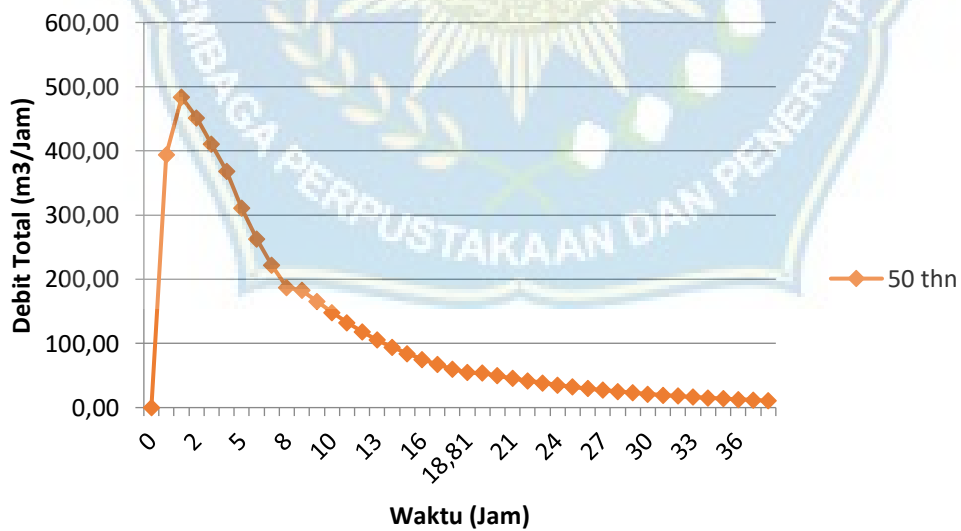
HSS NAKAYASU KALA ULANG 25 TAHUN



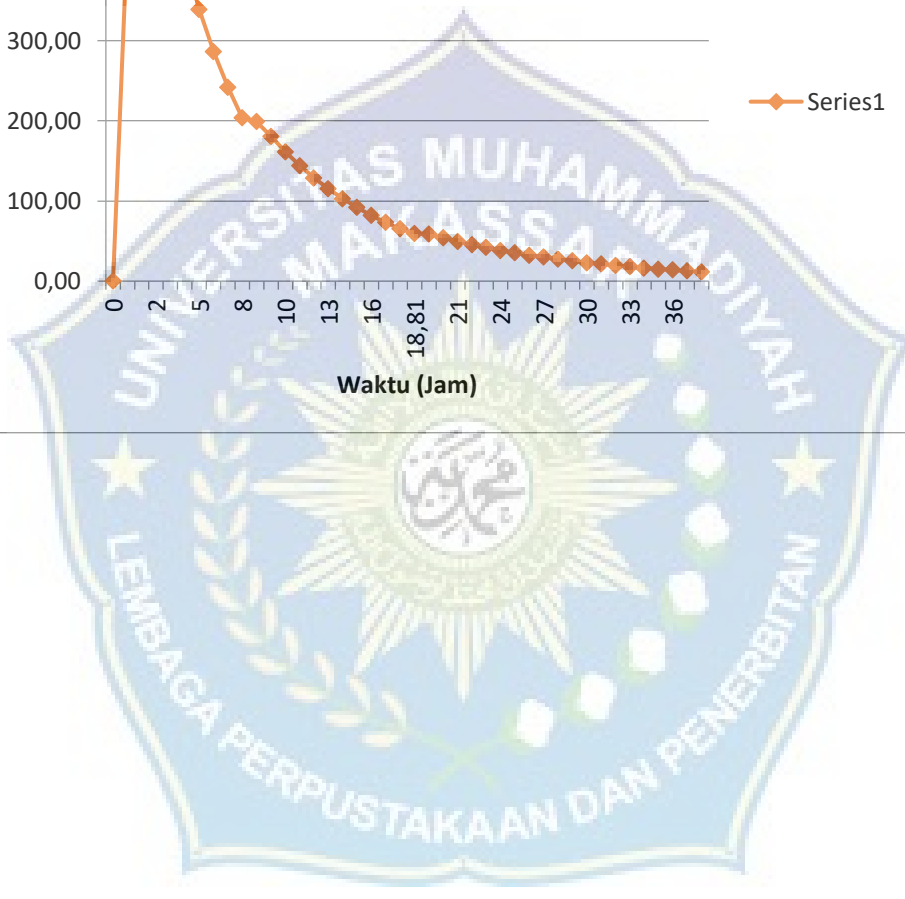
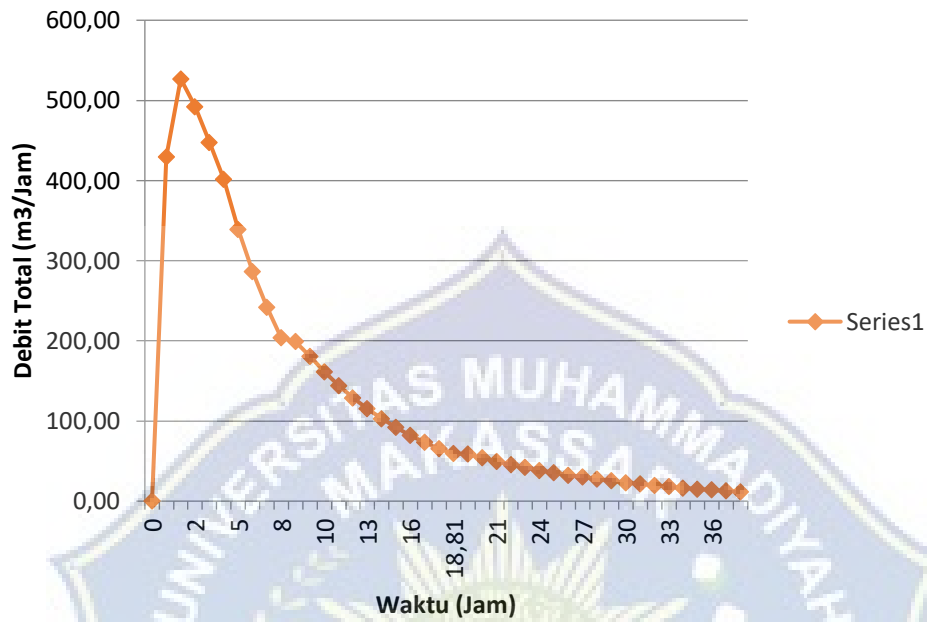
HSS NAKAYASU KALA ULANG 50 TAHUN




HSS NAKAYASU KALA ULANG 100 TAHUN



HSS NAKAYASU KALA ULANG 200 TAHUN





**BAB I Ahmad Fajrin/Asrul -
105811119019/105811103919**

by Tahap Tutup

Submission date: 06-May-2024 03:41PM (UTC+0700)

Submission ID: 2372130565

File name: BAB_I_-_2024-05-06T164139.695.docx (21.17K)

Word count: 859

Character count: 5523

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

es.scribd.com

Internet Source

1%

2

123dok.com

Internet Source

1%

3

id.scribd.com

Internet Source

1%

4

repositori.usu.ac.id

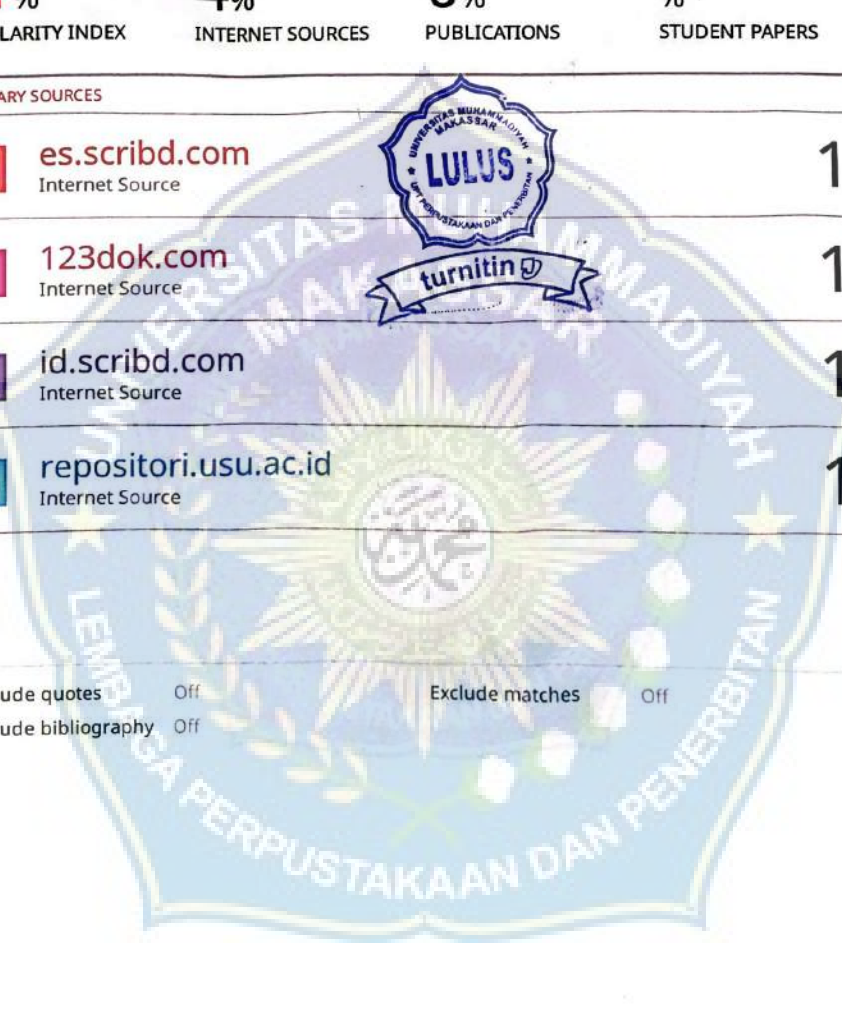
Internet Source


1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off





**BAB II Ahmad Fajrin/Asrul -
105811119019/105811103919**

by Tahap Tutup

Submission date: 06-May-2024 03:42PM (UTC+0700)

Submission ID: 2372130798

File name: BAB_II_-_2024-05-06T164104.844.docx (758.78K)

Word count: 4222

Character count: 24491

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES


1	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	9%
2	qdoc.tips Internet Source	2%
3	ilmugeografi.com Internet Source	2%
4	repository.its.ac.id Internet Source	1%
5	123dok.com Internet Source	1%
6	id.wikipedia.org Internet Source	1%
7	kampusfarmasi.blogspot.com Internet Source	1%
8	cantikaindonesia.blogspot.com Internet Source	1%
9	repository.radenintan.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On





BAB III Ahmad Fajrin/Asrul -
105811119019/105811103919

by Tahap Tutup

Submission date: 06-May-2024 03:42PM (UTC+0700)

Submission ID: 2372130996

File name: BAB_III_-_2024-05-06T164103.726.docx (320.38K)

Word count: 483

Character count: 2960

ORIGINALITY REPORT


10%	10%	0%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	jurnal.umpar.ac.id Internet Source		6%
2	text-id.123dok.com Internet Source		4%

Exclude quotes On Exclude matches < 1%
Exclude bibliography On





**BAB IV Ahmad Fajrin/Asrul -
105811119019/105811103919**

by Tahap Tutup

Submission date: 06-May-2024 03:44PM (UTC+0700)

Submission ID: 2372131594

File name: BAB_IV_-_2024-05-06T164111.798.docx (14.56M)

Word count: 3141

Character count: 17568

SIMILARITY REPORT

10%
SIMILARITY INDEX

10%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 digilibadmin.unismuh.ac.id
Internet Source

7%

2 repository.its.ac.id
Internet Source

2%



Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches 2%



Submission
Submission
File name: I
Word count
Character co

BAB V Ahmad Fajrin/Asrul - 105811119019/105811103919

by Tahap Tutup

Submission date: 06-May-2024 03:44PM (UTC+0700)

Submission ID: 2372131756

File name: BAB_V_-_2024-05-06T164104.848.docx (19K)

Word count: 327

Character count: 1936

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



pt.scribd.com

Internet Source

2%



Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

